

CAI
MI 800
80L138

Government
Publications



Étude technique N°38
ROBOTIQUE ET BUREAUTIQUE
REVOLUTION DU TRAVAIL
Luc Bourgie
Michel Rochon
février 1981

LABOUR MARKET DEVELOPMENT TASK FORCE
TECHNICAL STUDIES SERIES

Étude technique N°38
**ROBOTIQUE ET BUREAUTIQUE
REVOLUTION DU TRAVAIL**

Luc Bourgie
Michel Rochon
février 1981



Cette étude compte parmi la série d'études techniques préparées à l'intention du Groupe d'étude de l'évolution du marché du travail. Les opinions émises sont celles de l'auteur et ne représentent pas nécessairement les points de vue du Groupe d'étude. Elles ne représentent pas ceux du gouvernement du Canada.


Copies supplémentaires de cette étude sont disponibles
à:

Distribution et Renseignements,
Division des Affaires Publiques
Commission de L'Emploi et de
L'Immigration Canada
140, Promenade du Portage
Ottawa, K1A 0J9
Tel: 994-6313

CONTENU

- CHAPITRE 1: L'IMPACT DE LA ROBOTISATION SUR LE MARCHE DU TRAVAIL:
VUE D'ENSEMBLE ET PREMISSES A LA DISCUSSION.
- CHAPITRE 2: LA ROBOTISATION: L'ETAT D'UN ART EN PLEINE REVOLUTION.
- CHAPITRE 3: ROBOTISATION ET SOCIETE DE TRAVAILLEURS -- LA CONTRO-
VERSE DE L'EMPLOI.
- CHAPITRE 4: ROBOTISATION ET SOCIETE DE TRAVAILLEURS -- QUELQUES CON-
SIDERATIONS QUALITATIVES SUR L'ENSEMBLE DE LA MAIN-
D'OEUVRE.
- CHAPITRE 5: QUELQUES CONSEQUENCES PHYSIO- ET PSYCHOLOGIQUES DE LA
ROBOTISATION SUR L'INDIVIDU.
- CHAPITRE 6: L'UNIVERS DE LA GRANDE MACHINE
- CHAPITRE 7: POUR UNE POLITIQUE NATIONALE DE LA ROBOTISATION.

BIBLIOGRAPHIE



Digitized by the Internet Archive
in 2023 with funding from
University of Toronto

<https://archive.org/details/31761117678813>

LUDDITES, the name given to organized bands of English rioters for the destruction of machinery, who first appeared in Nottingham and the neighbouring districts toward the end of 1811. The "Ludds" or Luddites were generally masked, and operated at night. Their leader, real or imaginary, was known as "King Ludd" from a probably mythical "Ned Ludd." Great distress had been caused by the dismissal of handicraftsmen in the areas in which textile machinery was introduced; and even those handicraftsmen who did not lose their employment suffered considerable worsening of conditions owing to competition. There had been previous machine-breaking disturbances in the 18th century, but they were less contagious than the Luddite disturbances. The riots began with the destruction of stocking and lace frames, and, continuing through the winter and the following spring, spread into Yorkshire, Lancashire, Derbyshire and Leicestershire. The riots were directed not merely against reductions of wages but also against the poor quality goods (especially stockings) produced by the new machines. The rioters were sometimes supported by local public opinion, and they abstained from bloodshed or violence against living beings, until in 1812 a band of them was shot down by soldiers at the request of a threatened employer, Horsfall, who was afterward murdered. They were met by severe repressive legislation, introduced by Lord Liverpool's government. A notable feature of the opposition to the legislation was Lord Byron's speech in the house of lords. The organization was temporarily broken up by a mass trial at York in 1813, which resulted in many hangings and transportations. Among the victims was probably the real "King Ludd," for the elaborate organization suddenly collapsed. In 1816 similar rioting was resumed, caused by the depression that followed the peace of 1815 and was aggravated by one of the worst of recorded harvests. In that year, although the centre of the rioting was again in Nottingham, it extended over almost the whole kingdom. The rioters were also thoroughly organized. While part of the band destroyed the machinery, sentinels were posted to give warning of the approach of the military. Vigorous repressive measures, and, especially, reviving prosperity, brought the movement to an end. It has been commemorated in fiction, notably in Charlotte Brontë's novel *Shirley* (1849). *Ben o'Billis* by D. F. E. Sykes (1898), is a "novel" in which is concealed much genuine history written from a Luddite point of view.

(A. BRI.)

Tiré de: The New Encyclopaedia Britannica in 30 Volumes,
15ème édition, Chicago, 1976, 30 volumes.

CHAPITRE 1

Où le robot est défini par rapport à ses fonctions de perception, de traitement et d'ajustement à l'environnement; démarqué des machines à contrôle numérique traditionnelles telles qu'entendues par le milieu; et situé dans l'univers des machines électroniques.

Où sont présentés les biais susceptibles de fausser la discussion; ainsi que les différentes thèses en présence dans le grand débat de la robotisation au niveau de l'impact tant économique que socio-politique du changement technologique sur la société et le marché du travail.

Où la question de la robotisation est placée dans son contexte historique et présentée comme un sujet brûlant d'actualité.

L'IMPACT DE LA ROBOTISATION SUR LE
MARCHE DU TRAVAIL: VUE D'ENSEMBLE
ET PREMISSES A LA DISCUSSION

La décennie 1980 annonce une période de profonds changements, sonne le début d'une nouvelle révolution industrielle. La face de l'usine, du bureau change et tout l'appareil de production mondial s'en trouve bouleversé. Alors que l'humanité se prépare à un grand bond vers l'avant, des millions d'individus, soudainement frappés "d'obsolescence technologique", sont menacés par le spectre du chômage. La place du travail dans la société, nos systèmes de valeurs, et nos institutions risquent même de ployer sous la pression de forces de mutation encore sans précédent. Pourtant ces changements majeurs ne sont attribuables qu'à un engin métallique à peine plus grand qu'un humain et fonctionnant dans un nombre encore limité d'usines: un robot.

Définition du robot

Le mot robot tire son origine du tchèque robota et signifie "travail forcé". Bien que l'idée qu'il véhicule remonte jusqu'à la mythologie gréco-romaine⁽¹⁾, le terme lui-même n'a été introduit que dans les années 1920, dans une pièce de théâtre de Karel Capek racontant la prise de contrôle fictive de toute la production mondiale des biens de consommation par des robots d'une entreprise, la "Rosoms Universal Robots"⁽²⁾.

Tel qu'entendu dans le présent rapport, robot désigne un outil de travail apte à fonctionner sans intervention humaine et capable de s'adapter à son environnement conformément à certains objectifs opérationnels prédéterminés. Appelé en tant qu'élément mécanique à modifier la nature physique de la matière (par exemple, assemblage de pièces détachées en un produit fini), le robot se caractérise essentiellement par trois grandes fonctions:

- une fonction de perception de l'environnement, ne faisant pas nécessairement appel aux cinq sens humains. On peut imaginer des robots dotés de facultés sensorielles tant humaines -- vue, toucher, ouïe -- que non-humaines: détection radar, perception de rayons infrarouges ou ultraviolets, etc.;

- l'analyse par unité de traitement (le plus souvent un ordinateur) des données perçues par les organes sensoriels. Le rôle de l'ordinateur s'apparente ici à celui du cerveau humain: analyse, et évaluation des données, décision d'action à la lumière d'objectifs prédéterminés;

- une fonction de manipulation de l'environnement permettant l'application pratique, par un mouvement ou une opération quelconque, de la décision prise par l'unité de traitement.

En pratique et selon le degré actuel de perfectionnement technologique, la plupart des robots aujourd'hui en opération prennent l'allure de bras mécaniques effectuant diverses tâches en série sur chaîne de montage (soudure, peinture, etc.), tel qu'illustré à la figure 1.

Multiplicité des définitions dans le milieu

Un survol rapide de la littérature disponible sur le sujet indique que notre définition du mot robot diffère sensiblement de celles retenues dans le milieu. En fait, à défaut de consensus, chaque intervenant véhicule sa propre notion et les définitions se multiplient, souvent fort différentes les unes des autres. Les uns, ainsi, entendent par robot "any machine that operates roughly like a human hand"⁽³⁾. D'autres le décrivent comme "a mechanical arm, with several degrees of freedom, that can carry out a wide range of human-like movements and is controlled by a computer"⁽⁴⁾. Pour sa part, le "Robot Institute of America", organisme qui représente les intérêts des

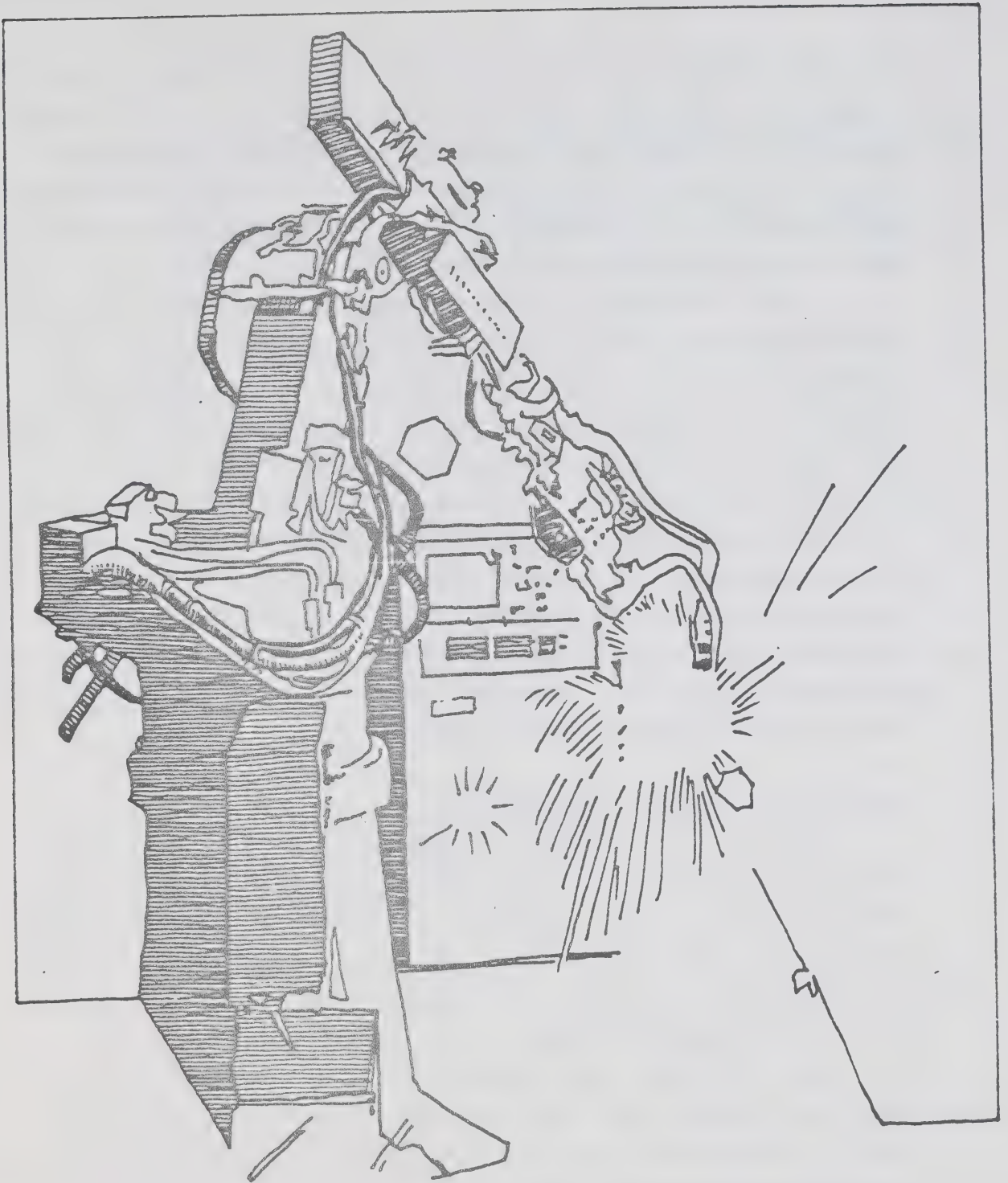


FIGURE 1

Un "robot" industriel en action

principaux manufacturiers américains de robots, le définit comme "a programmable, multi-function manipulator designed to move material, parts, tools, or specialized devices through variable programmed motions for the performance of a variety of tasks"⁽⁵⁾. Plus prosaïquement enfin, Daniel B. Dallas attribue le terme à "anything manufactured by a member of The Robot Institute of America"⁽⁶⁾.

Dans l'industrie, le terme robot désigne donc une grande variété de machines que l'on peut classifier selon différents critères: la fonction (robot de soudure, de chargement et de déchargement, de peinture, d'assemblage, etc.), le degré de sophistication (du simple bras mécanique non-reprogrammable à l'engin raffiné contrôlé par ordinateur, en passant par toute une gamme de systèmes intermédiaires⁽⁷⁾), etc. Or, la plupart de ces engins ne répondent pas aux critères de notre propre définition du robot présentée en début de chapitre: il s'agit plutôt de machines à contrôle numérique. Une distinction doit donc être établie entre les véritables robots au sens de notre définition, et les faux, dorénavant désignés entre guillemets dans ce rapport ("robots") pour clarifier l'exposé.

Robot et machine à contrôle numérique

On entend par machine à contrôle numérique tout mécanisme exécutant les ordres qui lui sont dictés sous la forme d'une suite de nombres lus sur un support approprié. L'ordinateur constitue l'exemple typique d'une machine à contrôle numérique: (a) lecture de caractères binaires à partir de rubans, de disques ou de cartes perforées, (b) exécution des commandes dictées par les caractères lus.

Pour le commun des mortels, robot et machines à contrôle numérique désignent une seule et même réalité, soit celle de la machine. Le folklore applique en effet le terme machine à une multitude de systèmes plus ou moins mécaniques, plus ou moins complexes et plus ou moins autonomes, tandis que les experts eux-mêmes n'arrivent à en établir une définition claire comprise et acceptée de tous.

"Alors, quelle définition de la machine peut-on donner aujourd'hui, qui soit valable à la fois pour la vis sans fin d'Archimède et pour un ordinateur I.B.M.?

C'est exactement la même difficulté que celle qui concerne la possibilité de donner une définition du concept d'automate qui vaille également pour Héron d'Alexandrie et pour Von Neumann."(12)

Il existe néanmoins une "hiérarchie" des machines qui distingue les mécanismes les plus simples des engins les plus sophistiqués; la différence entre machine à contrôle numérique et robot se résume ainsi davantage à une question d'ordre et de degré qu'à une question de nature. La machine à contrôle numérique type lit une série d'instructions et répète à l'infini une séquence d'opérations sans égard au milieu; certains pinceaux-gicleurs automatiques, par exemple, peignent des chaises en série avec autant de dextérité que le plus qualifié des ouvriers. Si une chaise se trouve cependant hors-position par-rapport aux précisions du programme, la machine ne saura "voir" la différence et peindra le vide. Le robot, par contre, parce qu'il est doté de facultés sensorielles et parce qu'il peut s'ajuster à son environnement, réussit à faire face à des imprévus en modifiant sa position physique dans l'espace ou la séquence de ses opérations. Ceci lui confère une flexibilité interdite aux machines à contrôle numérique traditionnelles.

Appuyons cette distinction sur quelques exemples. Le bras mécanique qui soude aveuglément sur une ligne de montage des carrosseries de voiture, qu'elles soient ou non dans la position correcte, n'est pas un robot mais bien une machine à contrôle numérique. Par contre, le bras industriel capable de localiser une carrosserie par rayonnement lumineux et d'ajuster l'angle de son fusil de soudure en fonction de la position du métal, de façon à effectuer un travail impeccable, ce bras est un véritable robot. Le dispositif qui, sur commande d'un bouton, ouvre automatiquement la porte d'un garage, n'est pas un robot. Par contre le dispositif qui, grâce à un oeil électronique ou un rayon

laser, détecte la présence d'une voiture de la même marque, de la même couleur, de la même année et portant les mêmes plaques d'immatriculation que la voiture du propriétaire de la maison et qui, à l'approche d'une telle voiture, ouvre automatiquement la porte du garage, ce dispositif est un véritable robot. Le chariot industriel mécanisé qui effectue son trajet dans un entrepôt en lisant une série de cartes perforées n'est pas un robot. Par contre, la petite souris mécanique qui, grâce à un système de senseurs tactiles, détecte la présence de murs et en mémorise la position de façon à pouvoir traverser sans erreur un labyrinthe dès la troisième tentative⁽⁹⁾, cette petite souris est un véritable robot. Dans ce contexte, notre définition du robot intègre en pratique le concept "d'intelligence artificielle" cité par l'ingénieur américain J.R. Parks⁽¹⁰⁾.

Place du robot dans l'univers des machines électroniques

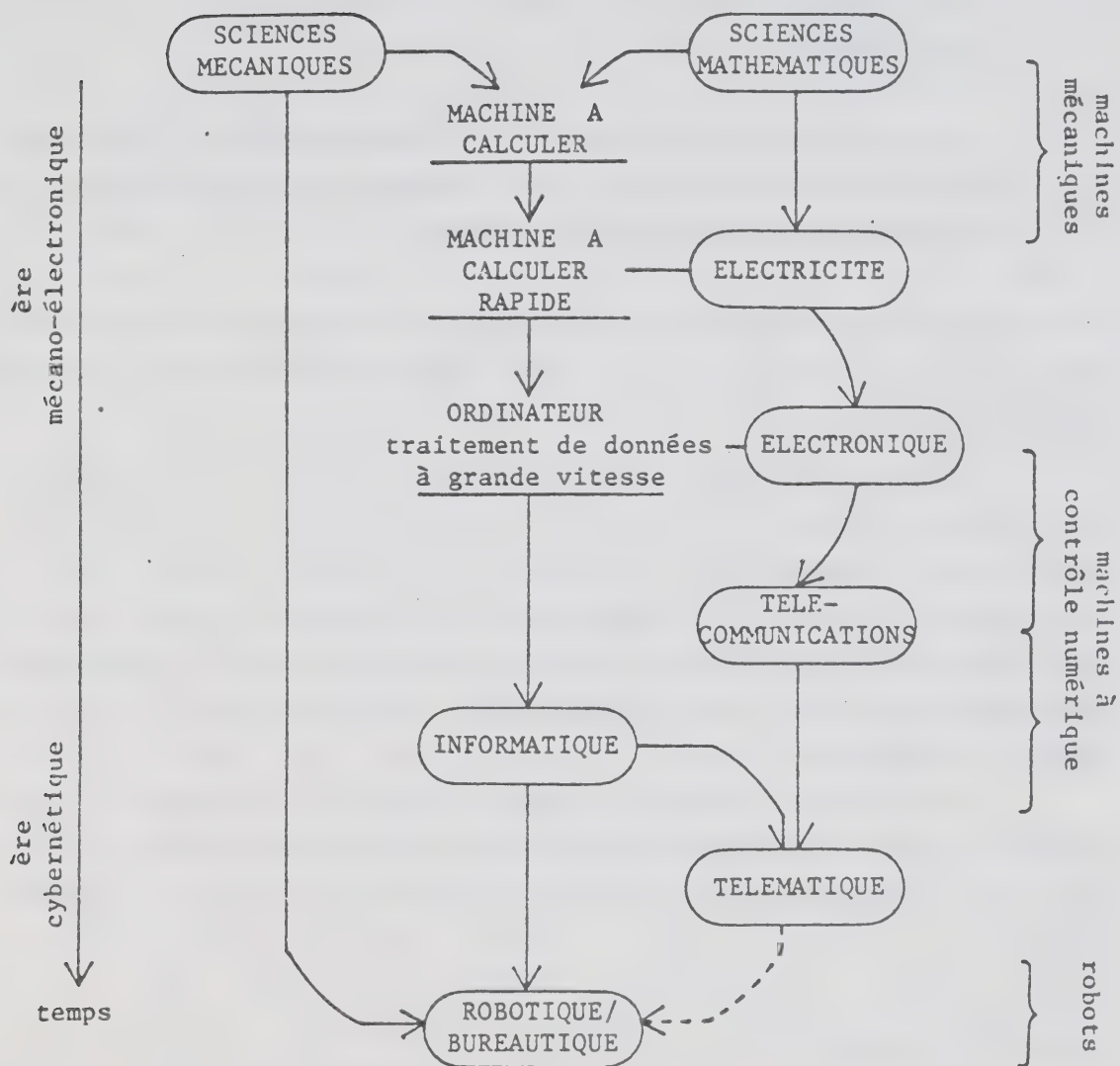
Le schéma de la figure 2 présente sous forme "d'arbre généalogique" l'évolution de la technologie électronique, des premières machines à calcul mécaniques aux robots, en passant par les machines à contrôle numérique. La robotique, ou "science des robots", y émerge du croisement de l'informatique, ou "science de l'information", de la télématique, ou "informatique faisant appel à des moyens de transmission à distance", et des sciences du mouvement fondamentales. La robotique constitue donc le dernier maillon d'une chaîne technologique aux capacités de "reproduction" -- voir même de "mutation" -- de plus en plus rapides!

Le terme bureautique, pour sa part, désigne une branche spécifique de la robotique regroupant l'ensemble des robots opérant au bureau. Imaginons une machine de bureau capable de coucher par écrit tout texte qui lui soit dicté oralement. Il s'agit bel et bien d'un robot puisqu'on retrouve toutes les caractéristiques:

- un élément mécanique de travail: la dactylographie du texte change la nature physique du papier;

FIGURE 2

Le robot dans l'univers des machines électroniques



- une fonction de perception de l'environnement: la machine "entend" la voix humaine;
- une fonction d'analyse des données: un ordinateur décode la voix humaine en mots à l'aide d'un dictionnaire de références sur fichier;
- une fonction de manipulation de l'environnement: l'imprimante transcrit les mots tels que reconnus par l'ordinateur de contrôle et produit le texte final.

Une telle machine, on le remarque, n'épouse pas la forme humaine, défiant l'image populaire du robot antropomorphique véhiculée par la science-fiction.

Bien que les engins industriels représentent encore la majorité, les robots de bureau se multiplient rapidement depuis quelques années. On retrouve également les robots au foyer; les systèmes d'ouverture automatique du garage, cité plus haut, en constitue un exemple probant. Cette branche de la robotique n'est toutefois pas encore suffisamment développée pour justifier une appellation spécifique comme c'est le cas pour la bureautique.

En définitive, les robots ne sont pas tous des monstres de métal et les androïdes du folklore scientifique; à preuve de plus en plus de gens les côtoient tous les jours, parfois même sans s'en rendre compte.

Biais de l'analyse

L'attention que nous avons jusqu'ici portée à la définition des termes se justifie non pas tant par le souci philosophique de trancher les cas d'identification "litigieux" que par les problèmes engendrés par l'analyse d'un problème aussi complexe que celui de l'impact de la robotisation sur le marché du travail. Cette question fait en

effet l'objet d'un débat très animé, que nous ne pouvons espérer éclaircir sur la base de termes non-définis ou interprétés de façon différente par les nombreux intervenants impliqués.

Une fois l'ambiguïté levée au niveau des termes, notre analyse se heurte à quatre biais spécifiques susceptibles de fausser la discussion en l'alimentant d'arguments un peu gros. Il s'agit: (a) du caractère périmé de certains arguments, (b) de la rareté relative des données objectives, (c) de l'ambiguïté au niveau des interprétations, et (d) de l'émotivité associée au débat.

Signalons en premier lieu que le problème de l'interaction homme-machine n'est pas nouveau; il suscita déjà des inquiétudes parmi les Grecs et les Romains de l'Antiquité. Le premier véritable débat de fond sur le sujet remonte cependant à la décennie 1955-1965, coïncidant avec l'introduction commerciale des premiers ordinateurs ainsi qu'avec une période de chômage élevée aux Etats-Unis et dans le reste du monde occidental. Ce débat porte alors sur le passage d'une société mécanisée, ou l'activité humaine "se réduit à un travail mécanique par l'utilisation de machines"⁽¹¹⁾, à une société automatisée⁽¹²⁾ favorisant "l'emploi de moyens automatiques -- plus particulièrement de machines à contrôle numérique -- pour la réalisation d'un processus" (voir figure 2). Le débat des années 1980, par contre, traite du passage d'une société automatisée à une société robotisée, où les robots remplacent progressivement les machines à contrôle numérique.

Dans la plupart des cas, les arguments traditionnels propres au débat des années 1955-1965 s'appliquent à celui des années 1980. Sur certains points spécifiques toutefois, les conclusions d'il y a 20 ans ne collent plus à la réalité d'aujourd'hui, auquel cas les fonctionnements logiques du raisonnement doivent être revus à la lumière des faits nouveaux.

Deuxièmement, la rareté relative des données scientifiques, des chiffres et des faits empêche la discussion éclairée du sujet. Un intervenant, par exemple, peut poser une série d'hypothèses concernant l'avenir sur la foi d'une seule interpolation linéaire de données

historiques, de façon à confirmer ses propres vues ou à infirmer celles d'un "adversaire". Une telle absence de preuves complique singulièrement le débat.

Le troisième biais concerne l'interprétation des quelques rares données objectives disponibles. D'une part, la fiabilité de certains indicateurs est souvent remise en doute; c'est le cas notamment du produit national brut et du taux de chômage officiel tels que mesurés par les statistiques gouvernementales. D'autre part, l'interprétation de ces chiffres se teinte souvent d'idéologie, attribuant aux nombres une signification conforme aux convictions souvent changeantes de l'analyste.

Un dernier biais surgit enfin lorsque le débat sur la robotisation éveille l'émotivité humaine. Plusieurs intervenants, dont certains ingénieurs, manufacturiers d'équipement, représentants syndicaux et hommes politiques, se servent du débat comme tremplin pour la défense de leurs intérêts personnels ou professionnels. Ces intervenants composent alors de façon plus ou moins habile avec une peur fondamentale de la machine qui accompagne l'homme depuis le début des temps. Cette peur du robot, fortement attisée par la littérature de science-fiction et enracinée dans le folklore populaire, s'inspire de la conviction profonde que l'homme soit tôt ou tard supplanté par la machine, au terme d'un irrévocable processus d'évolution. Certains auteurs soucieux de l'effet tablent sur une telle peur pour faire valoir leurs arguments, versant tantôt dans le spectaculaire, tantôt dans le sarcasme:

"Après le cheval, remplacé par automobile et tracteur, le bipède devra se résigner à dételer. Déjà philanthropes et biologistes se préoccupent d'améliorer la race humaine comme ils le firent de la race chevaline." (!3)

A la racine du problème repose la délicate question de la définition de l'homme dans l'univers et de sa place par rapport au monde animal et au monde des choses.

Thèses en présence -- aspect économique

Dans le débat sur la robotisation, le consensus s'établit autour des gains de productivité permis par la nouvelle technologie. Pour certaines tâches en effet, tant à l'usine qu'au bureau, le robot est plus rapide, plus fiable, voire même plus habile que l'homme; il commet moins d'erreurs et ne se lasse jamais d'une tâche répétitive. Dans un contexte de demande croissante, il permet à l'entreprise d'augmenter sa production de biens ou de services à un rythme supérieur à la consommation de ressources. Etant donné l'évolution à la hausse des coûts de main-d'oeuvre, le recours aux robots se traduit bien souvent pour la firme par des profits plus élevés et par un avantage concurrentiel marqué dans l'industrie. La nation dans l'ensemble, quant à elle, profite d'une meilleure compétitivité face aux exportateurs étrangers qui la concurrencent sur les marchés tant nationaux qu'internationaux. Dans l'ensemble, la robotisation permet donc une augmentation de la richesse tant collective (niveau de vie) qu'individuelle.

L'impact de la robotisation sur le marché du travail soulève toutefois plusieurs controverses. D'une part, les intervenants dans le débat discutent de la portée du phénomène, à savoir du nombre effectif de travailleurs ou de secteurs industriels touchés. Les uns estiment qu'un grand nombre de salariés seront affectés par la vague de la robotisation. Le choc sera brutal et les déplacements massifs: personne n'y échappera! Les autres estiment par contre que le changement technologique n'affectera somme toute qu'un nombre marginal de travailleurs, dans certains secteurs très spécifiques qui ne seront d'ailleurs touchés que de façon très progressive.

D'autre part, les retombées quantitatives de la robotisation sur l'emploi font l'objet de vives discussions entre trois groupes d'opinion divergents:

-les plus pessimistes craignent que la robotisation ne crée un chômage massif, par l'élimination systématique de certains

postes résultant du remplacement de l'homme par la machine. La promesse de gains de productivité favorisera l'introduction rapide de la nouvelle technologie, phénomène qui, conjoint à la saturation de l'emploi du secteur tertiaire, ne permettra pas à l'économie d'absorber l'excédent de main-d'oeuvre ainsi libéré;

-d'autres estiment par contre qu'il n'existe aucune preuve valable permettant de croire que la robotisation ne crée le chômage. Une analyse prospective de l'Histoire indique en effet qu'en dépit de certains problèmes de déplacements à court terme, le changement technologique n'a jamais occasionné jusqu'ici de chômage massif, en raison notamment d'une croissance suffisante de la demande et d'une saine conjoncture économique. Pourquoi ce qui ne s'est jamais produit hier devrait-il nécessairement se produire demain?

- les plus optimistes enfin affirment que loin de créer le chômage, la robotisation implique une augmentation nette de l'emploi, par la demande accrue de main-d'oeuvre dans les industries de haute technologie (fabrication/programmation des appareils, etc.) et la naissance de nouveaux besoins sur le marché susceptibles de stimuler la croissance de certains secteurs économiques (le marché des jeux électroniques pour le foyer, par exemple).

La divergence d'opinion observée se résume essentiellement à l'interprétation de l'impact de la conjoncture sur la robotisation: jusqu'à quel point la croissance de la demande et la vigueur de l'économie peuvent-elles contrecarrer les effets négatifs du changement technologique sur certains groupes de travailleurs défavorisés selon l'âge, le sexe ou le degré de qualification?

Aspects non-économiques du débat

Outre un impact économique certain, la robotisation implique des bouleversements socio-politiques non-négligeables au niveau de la société dans son ensemble et des individus en particulier. Cette facette du débat fait l'objet d'une controverse particulièrement vive alimentée par l'émotivité et compliquée par la rareté de données scientifiques objectives sur lesquelles étayer la discussion. Les différents sujets à l'ordre du jour relèvent d'une part de l'impact de la robotisation sur la structure du marché de l'emploi -- conditions et durée du travail, forme du travail, profil des qualifications, mobilité de la main-d'oeuvre, perspectives de promotion, échelle des salaires -- et, d'autre part, de l'impact de la robotisation sur l'individu et son groupe social -- conséquences physiologiques, aliénation, nature du travail, formation et plan de carrière, équilibre entre travail et loisir, valeurs humaines et institutions sociales. Un tel menu annonce déjà des échanges par temps bien assaisonnés!

Actualité du débat

La généralisation de la robotisation relance en des termes nouveaux et sur la base de variables changées, le vieux débat des années 1950⁽¹⁴⁾: les ratés du système économique mondial, la crise des ressources symbolisée par la flambée des prix du pétrole, la crainte d'un ralentissement marqué de la croissance économique, la récession, autant de facteurs qui s'ajoutent à l'accélération récente du changement technologique. Les nouvelles applications de la science, tant à l'usine qu'au bureau ou au foyer, font frémir et tirent le spectre du chômage d'un sommeil long de vingt ans. Dans plusieurs pays comme les Etats-Unis et le Royaume-Uni, le débat est porté sur la place publique, ou il gagne en intensité et en effet dramatique. Représentants syndicaux, chefs d'entreprise, hommes politiques, tous sont appelés à se prononcer sur un sujet qui demeure, aujourd'hui comme hier, brûlant d'actualité.

Pour analyser le plus froidement possible le problème de l'impact de la robotisation sur le marché du travail, la première étape est l'étude objective de la situation telle qu'elle se présente aujourd'hui au niveau technologique; c'est là l'objet du prochain chapitre portant sur "l'état de l'art".

REFERENCES

- (1) BERTINI, Marie-Thérèse et Pierre-Jean RICHARD, "De la pince à radium à King-Kong", L'Information Nouvelle, N° 102, janvier 1979, p. 34-40.
- (2) REMICK, Carl, "Robots: new faces on the production line", Management Review, Vol. 68, N° 5, mai 1979, p. 24-28, 38 s.
- (3) "At last , the subsidized robot", The Economist, Vol. 273, N° 7112, 22 décembre 1979, p. 57.
- (4) MARSH, Peter, "Britain grapples with robots", New Scientist, Vol. 86, N° 1204, 24 avril 1980, p. 184.
- (5) OBRZUT, John J., "Robots swing into the industrial "arms" race", Iron Age, Vol. 223, N° 27, 21 juillet 1980, p. 48s.
- (6) DALLAS, Daniel B., "SME seminar provides insight into the basics of robotics", Manufacturing Engineering, Vol. 82, N° 5, mai 1979, p. 76.
- (7) OBRZUT, John J., Loc. cit.
- (8) CANGUILHEM, Georges, "Allocution de synthèse du colloque sur la mécanologie (tenu à Ottawa du 18 au 20 mars 1971)", Les Cahiers du Centre Culturel canadien, N° 2, 1973.
- (9) SCHALLAN, Joe, "Robots mice draw crowds, TV coverage at NCC", Computer, Vol. 11, N° 7, juillet 1978, p. 130.
- (10) PARKS, J.R., "Intelligent machines -- commercial potential", The Radio and Electronic Engineer, Vol. 47, N° 8/9, août/septembre 1977, p. 355-367.

- (11) ELGOZY, Georges, Automation et humanisme, Paris, Calmann-Lévy, 1968, p. 23.
- (12) Nous considérons dans ce rapport les termes automation et automatisation rencontrés dans la littérature comme des synonymes.
- (13) ELGOZY, Georges, Idem.
- (14) PASTRE, Olivier et Joelle TOLEDANO, "Automation et emploi: l'hétérogénéité des conséquences sociales du progrès technique", Emploi et Système productif, Paris, La Documentation Française, 1979, p. 161-195.

CHAPITRE 2

Où sont établies les origines du robot.

Où les "robots" sont reclassés; la valeur et la croissance de l'industrie décrites dans le temps;

Où les applications formidables des "robots" industriels et bureautiques d'aujourd'hui sont décrites; et celles des robots de demain suggérées par un effort de recherche frénétique de par le monde.

Où les possibilités des nouvelles machines sont traduites en gains de productivité monnayables pour la firme, en deçà de contraintes d'ailleurs en voie d'élimination;

Où l'explosion de l'offre et de la demande de robots est présentée comme le coup d'envoi d'une nouvelle révolution industrielle sur le point de déferler sur le monde occidental.

LA ROBOTISATION: L'ETAT
D'UN ART EN PLEINE REVOLUTION

Rétrospective historique

L'histoire de l'automation et de la robotisation commence avec la préhistoire, alors que l'homme commence à inventer des outils pour faciliter son travail. Au fil des ans et des usages, ces outils gagnent en sophistication, et déjà grecs et romains inventent de premières "machines". Celles-ci, il va sans dire, ne ressemblent en rien aux ordinateurs d'aujourd'hui, pas plus que les inventions de Léonard de Vinci, quoique fort ingénieuses, ne se comparent aux robots industriels modernes.

C'est avec la première révolution industrielle du début du dix-neuvième siècle que commence l'histoire de l'automation contemporaine. L'homme invente alors d'ingénieuses machines comme le métier Jacquard, qui substituent à l'énergie motrice humaine ou animale, celle de la vapeur; avec cette première mécanisation du travail, la machine remplace le muscle⁽¹⁾. A quelques rares exceptions près, ces machines du dix-neuvième siècle ne peuvent être assimilées à celles du vingtième. En conséquence, elles sont lourdes, encombrantes, peu efficaces, et encore très dépendantes du travail ou de la supervision de l'humain⁽²⁾.

Au début du vingtième siècle, Henry Ford invente le concept du travail à la chaîne suivant lequel l'homme devient un numéro sur la chaîne de production, complètement subordonné à la machine. C'est là l'avènement de la "mécano-facture"⁽³⁾ que caricature avec brio Charlie Chaplin dans son film Les Temps Modernes. Cette image, reprise par le folklore populaire, n'est toutefois pas celle d'une usine automatisée mais bien celle d'une usine mécanisée puisque la chaîne de montage fonctionne avec des machines mécaniques plutôt qu'automatiques. L'automation à proprement parler ne fait son apparition qu'après la deuxième guerre mondiale; elle constitue le fruit de l'effort de

recherche technologique suscité par cette dernière. En 1947, la Ford of America inaugure son premier département de production automatisée, tandis qu'en 1948, la première grande usine automatisée ouvre ses portes en Grande-Bretagne⁽⁴⁾. Dans ces nouvelles usines, l'homme côtoie des machines automatiques désormais pratiquement autonomes de lui, exception faite des fonctions de supervision et d'entretien. Avec la commercialisation, en 1950, des premiers ordinateurs, les machines à contrôle numérique sophistiquées se multiplient bientôt dans les usines à travers le monde. L'électronique remplace ainsi à son tour l'électricité comme moteur de l'industrie humaine, au même titre que celle-ci remplaça, au début du siècle, la vapeur.

Le premier "robot" industriel voit le jour en 1961 sous l'initiative de Joseph Engelberger, président-fondateur de la Unimation Incorporated, première entreprise à fabriquer de tels engins -- et considéré à juste titre comme le père de la robotique. Ses premières machines sont relativement peu sophistiquées mais le développement rapide de l'ordinateur, la naissance aux cinq ans de générations de calculateurs de plus en plus puissants ainsi que l'avènement, en 1973, de micro-circuits permettant la fabrication de mini et de micro ordinateurs, stimulent le développement rapide d'automates de plus en plus perfectionnés capables d'effectuer une diversité grandissante de tâches. Ainsi, selon le président du Robot Institute of America:

"The robot is automation, but it's a new kind of automation. It's automation that has been designed and built before being introduced to the work which it will have to do."⁽⁵⁾

Entretemps, alors que les usines se robotisent, les développements de l'informatique ouvrent le marché des bureaux à une batterie d'équipements de télétraitement de texte, de mini-ordinateurs et d'autres engins bureautiques. Chaque branche de l'arbre généalogique de la figure 2 connaît donc un développement rapide; de l'outil

préhistorique à la robotique du vingt-et-unième siècle, l'homme suit un cheminement qui passe par la machine à vapeur, la machine mécanique et l'automation "à la Détroit".

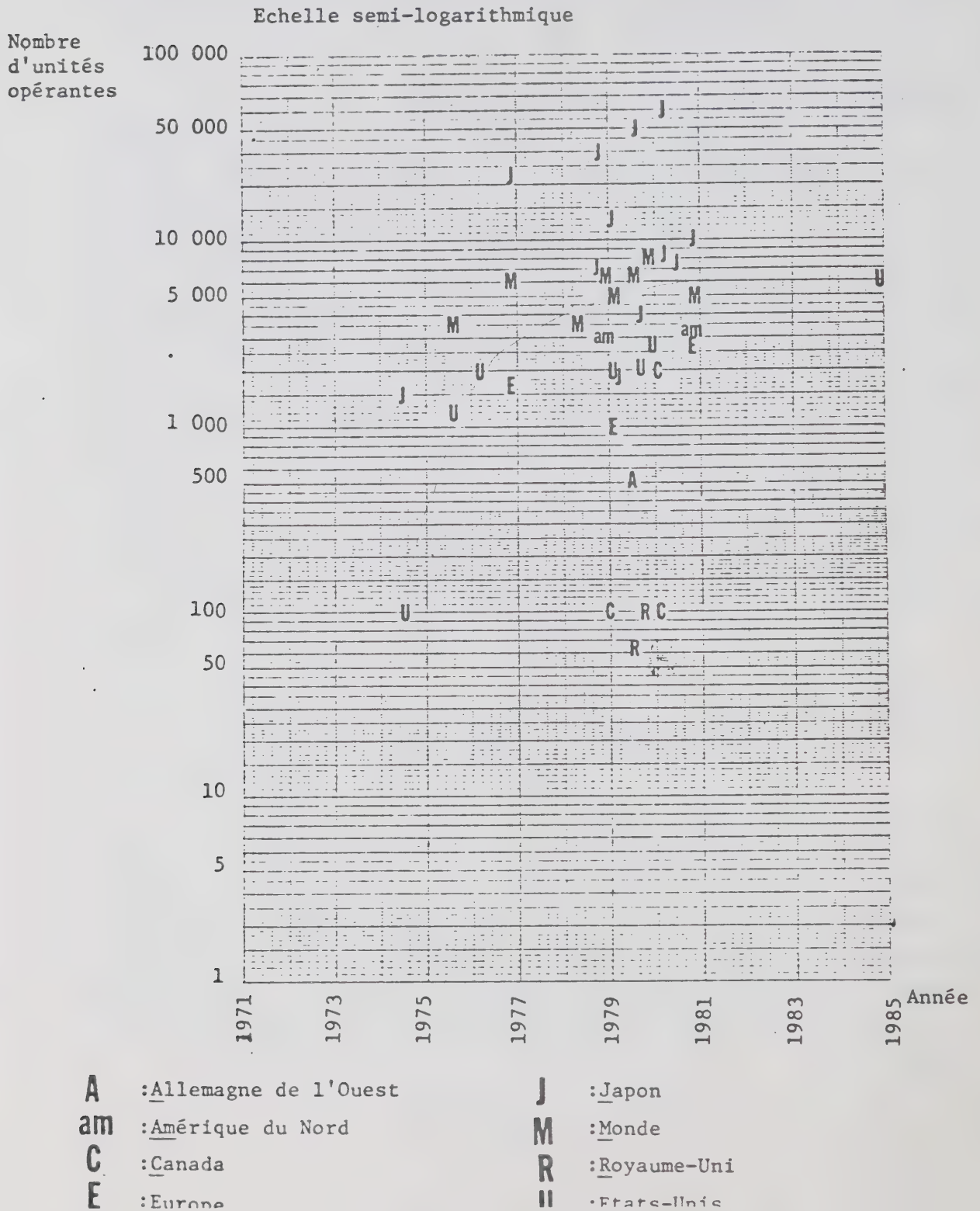
Population mondiale des "robots" industriels

Il est difficile d'estimer de façon précise le nombre de "robots" industriels actuellement en opération dans le monde, et ce pour deux raisons: d'une part, leur recensement exact s'avère problématique parce que d'autre part, à peu près personne dans le milieu ne véhicule la même notion du mot robot. Cette diversité des définitions explique la grande différence entre les estimés de la population des "robots" par pays et dans le monde tels que recueillis auprès de différents auteurs consultés et présentés au Diagramme 1. Par exemple, les données du JIRA (Japanese Industrial Robot Association) à l'effet d'une population de "robots" nippons approchant les 50,000 unités en 1980, se rapportent "à toute machine opérant grossièrement à la manière d'une main humaine"⁽⁶⁾. Cette définition considère bon nombre de machines à commandes numériques qui ne répondent pas à la définition retenue par d'autres sources.

Le Diagramme 1 nous permet toutefois de tirer avec assurance certaines conclusions: le Japon semble ainsi beaucoup plus avancé que ses concurrents du monde occidental dans l'utilisation des "robots" industriels. De façon globale, on peut estimer qu'il compte à lui seul pour environ 50% des 7,000 à 8,000 "robots" industriels opérant dans le monde en 1980. Les Etats-Unis, pour leur part, utilisent environ 25% de la population mondiale de "robots" industriels, suivis de différents pays européens comme l'Allemagne de l'Ouest, l'Italie, la France et le Royaume-Uni, puis, enfin, d'utilisateurs plus marginaux dont le Canada. Notons qu'il n'existe que très peu de données disponibles quant au nombre de "robots" industriels opérant exclusivement au Canada en 1980 mais il semble réaliste de croire qu'il ne dépasse alors pas la centaine⁽⁷⁾.

DIAGRAMME 1

Estimations de la population des "robots" par pays et dans le monde, 1971-1985



Croissance de l'industrie

L'essentiel à retenir du Diagramme 1 n'est pas tant le nombre absolu de "robots" industriels en opération dans le monde que la croissance de ce nombre au cours des quelques dernières années. Le parc mondial de tels engins augmente de façon très rapide. La production de "robots" nippons a quintuplé de 1977 à 1980 et serait multipliée par un facteur de 15 entre 1977 et 1985. Les Etats-Unis, pour leur part, s'empresseraient de combler leur retard technologique par rapport au Japon tandis que la population européenne de "robots" doublerait à environ tous les deux ans⁽⁸⁾.

Les données du Diagramme 2 relatives à la valeur des expéditions de "robots" industriels semblent confirmer ces tendances. Cette industrie représente maintenant des actifs mondiaux de plusieurs centaines de millions de dollars et devrait passer, en valeur et selon les résultats d'une étude Delphi menée par le Comité International de la Recherche et de la Production⁽⁹⁾, de \$207 millions en 1979 à \$4,500 millions en 1990. Le JIRA, pour sa part, évalue comme suit la croissance de l'industrie japonaise des "robots": \$166 millions en 1979, \$198 millions en 1980 et \$898 millions en 1985⁽¹⁰⁾.

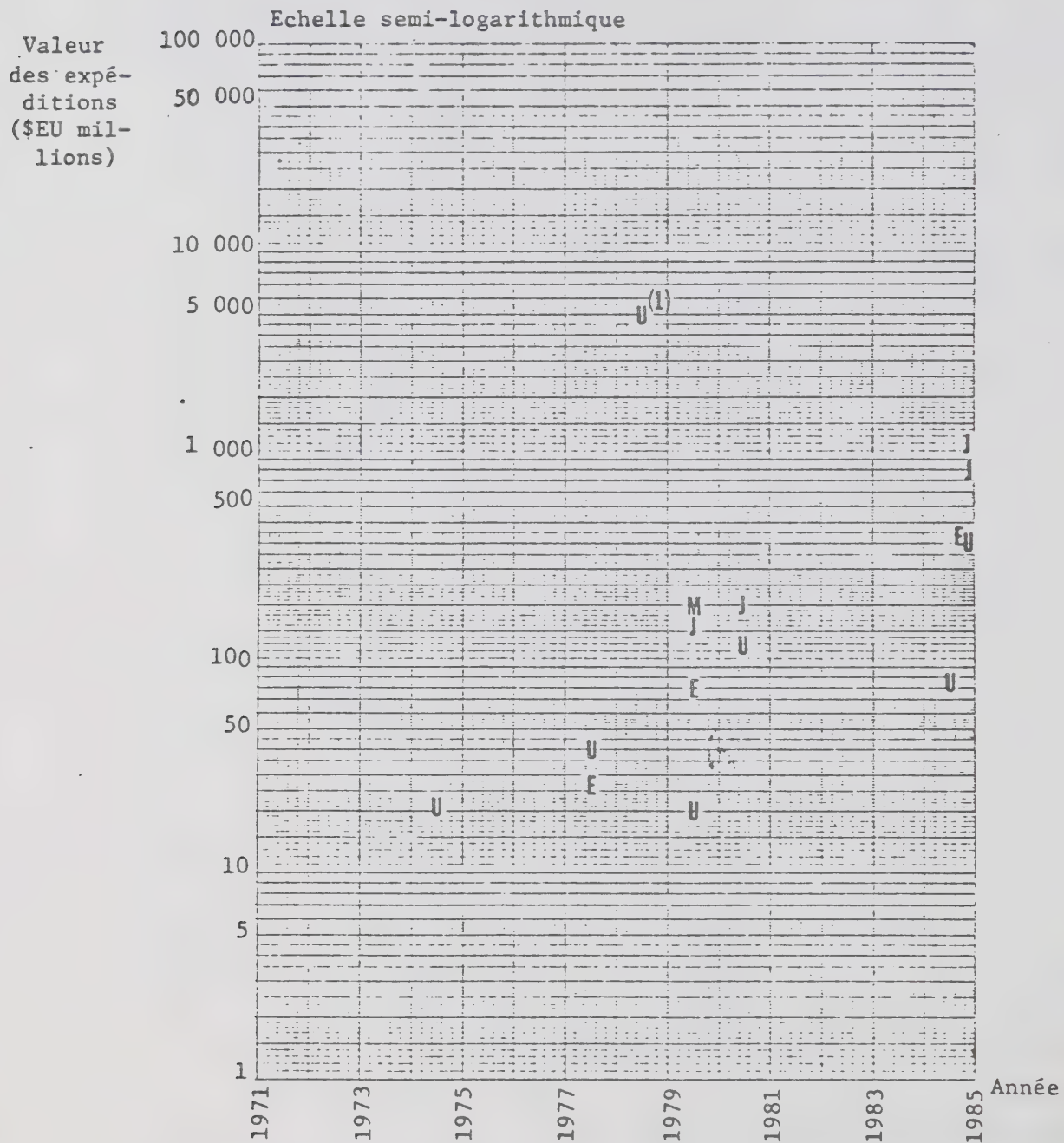
Bien sûr, les "robots" industriels dont il est ici question ne correspondent pas à notre définition du mot robot; il s'agit essentiellement d'une majorité de machines à contrôle numérique aveugles et privées de capacités d'adaptation à l'environnement, et d'à peine une minorité de robots dans le sens véritable du terme, à savoir d'engins sophistiqués capables d'interagir avec leur milieu. Au-delà de ces considérations, il semble malgré tout que l'industrie de la robotique, prise dans son ensemble, connaisse, depuis quelques années, un essor phénoménal à l'échelle de la planète. Cette croissance particulière mérite une étude plus poussée.

Développement historique du marché

L'expansion que connaît actuellement l'industrie mondiale de la robotique s'est longtemps fait attendre! Dès le début des années 1970,

DIAGRAMME 2

Estimations de la valeur des expéditions de l'industrie des "robots"
par pays et dans le monde, 1971-1985



(1) :seuls équipements bureautiques.

E :Europe
J :Japon

M :Monde
U :Etats-Unis

en effet, on prévoyait une véritable explosion dans le domaine, explosion qui, en fait, ne sera revue que beaucoup plus tard⁽¹¹⁾. Par exemple, Unimation, le leader américain du domaine, a dû encaisser des pertes cumulatives de \$12 millions en seize ans avant de franchir le seuil de rentabilité, faute de demande⁽¹²⁾.

L'hésitation du marché face aux premiers "robots" s'explique par plusieurs facteurs. D'une part, les coûts impliqués par l'achat d'une telle machinerie étaient à l'époque très élevés; acheter un ou plusieurs "robots" signifiait souvent, outre un déboursé relativement considérable, un réaménagement complet de la ligne de production en fonction des capacités de l'engin, d'où des dépenses supplémentaires. De plus, l'absence de stimulant fiscal à l'immobilisation n'incitait pas les entreprises à "robotiser" et chacun préférait laisser un concurrent prendre le risque plutôt que de se "mouiller". D'autre part, les "robots" de 1970, rudimentaires et peu versatiles, ne contribuaient guère à la rentabilité de l'entreprise, compte tenu de la conjoncture économique de l'époque. Enfin et peut-être surtout, les premiers "robots" se sont heurtés à la résistance du personnel cadre de production dans les entreprises: certains contremaîtres peu enclins à bousculer leur routine n'ont pas hésité à exprimer leur réticence face à un achat qui, à leurs yeux, n'était nullement justifié⁽¹³⁾.

Depuis deux ou trois ans toutefois, l'heure du boom tant attendu dans l'industrie semble avoir sonné. L'indication la plus sûre d'un tel phénomène dans nos sociétés capitalistes se situe sans doute au niveau de la structure de l'offre, avec le nombre de fabricants de "robots" industriels. On constate en effet que la concurrence sur le marché américain s'est singulièrement accrue depuis quelques années. Dans les années 1960, deux grandes entreprises occupaient tout le marché -- Unimation et Versatran; on compte désormais, en 1979, 29 fournisseurs, dont la moitié des firmes étrangères établies en Amérique⁽¹⁴⁾. Le leadership traditionnel de Unimation est sérieusement

contesté par des concurrents agressifs comme la Cincinnati Milacron. Un tel accroissement de la concurrence ne peut que traduire une éclosion de la demande.

Etudions les facteurs qui occasionnent le phénomène, en commençant par la nature du produit offert, à savoir les applications actuelles des "robots" industriels.

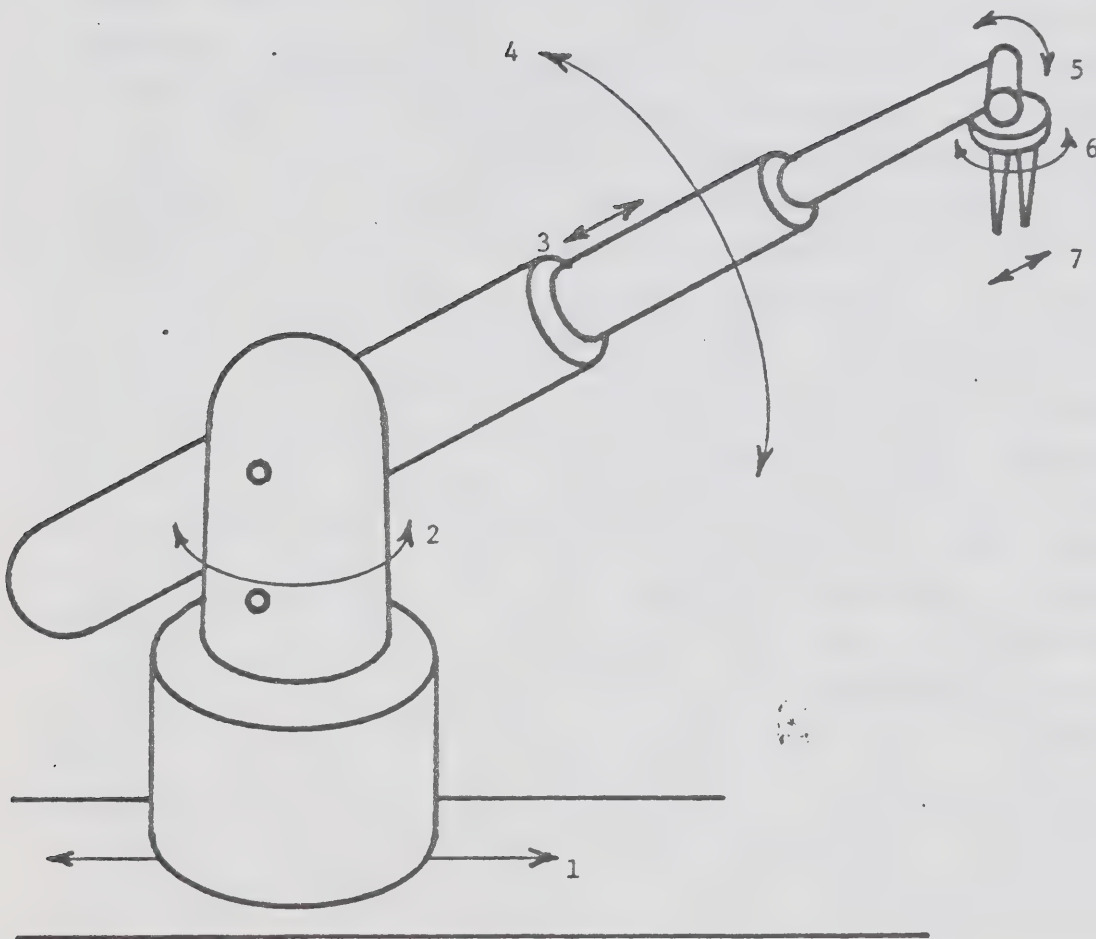
Applications des "robots" industriels

Le "robot" industriel type de première génération, à savoir le plus répandu dans les usines d'aujourd'hui, prend l'allure d'un bras équipé de manipulateurs et capable de se mouvoir selon certains axes ou "degrés de liberté", tel qu'illustré à la Figure 3. Quoique lourd et encombrant, il peut travailler à une très grande vitesse et, grâce au contrôle d'un ordinateur, atteindre un degré de précision au travail de l'ordre de quatre millièmes de pouce. En reprogrammant l'ordinateur de contrôle, on peut affecter le "robot" à plusieurs tâches différentes, par opposition aux machines à contrôle numérique capables de n'effectuer qu'une gamme de tâches limitées. Sur la chaîne de production, on le retrouve jusqu'ici à des postes routiniers: soudure, moulure ("die casting"), chargement et déchargement de pièces, peinture, etc.⁽¹⁵⁾.

La firme Unimation a récemment conçu, avec la collaboration de la General Motors, un robot révolutionnaire baptisé PUMA (Programmable Universal Machine for Assembly). Ce "robot" plus petit prend l'allure d'un bras articulé de taille comparable au bras humain. Sa légèreté, sa flexibilité et sa précision mécanique le prédestinent à la manipulation de pièces légères, travail pour lequel il a d'ailleurs été expressément construit. Son opération est particulièrement rentable sur de petites séries de production ("batch production"), où la flexibilité constitue un atout majeur, par opposition à une production de masse ("mass production")⁽¹⁶⁾. Par exemple, le regroupement modulaire de plusieurs PUMA ouvre un tout nouveau champ d'applications sur la chaîne de

FIGURE 3

Axes de mouvement (degrés de liberté) possibles d'un
"robot" industriel



LEGENDE: Mouvements:

- 1 avant-arrière
- 2 rotation (base)
- 3 piston
- 4 balancier
- 5 pivot
- 6 rotation (manipulateurs)
- 7 saisie/ramassage

montage, avec de possibles interactions de "robot" à "robot" et de "robot" à homme. Un PUMA ainsi soudainement défectueux pourra immédiatement être remplacé à son poste par un ouvrier spécialisé, et vice versa.

L'exemple des robots PUMA illustre bien comment le perfectionnement technologique permet la multiplication des nouvelles applications pratiques pour les "robots" industriels et commerciaux⁽¹⁷⁾. Dans l'usine, les "robots" quittent désormais leurs postes traditionnels à la soudure ou à la peinture pour réaliser une gamme élargie d'opérations de production: impression du métal, forge, assemblage, transport, etc. En raison de leur résistance et de leur précision, on les affecte à des tâches délicates et dangereuses: inspection dans les centrales nucléaires, manipulation d'équipement de prospection sous-marine, pose de lignes électriques à haute tension au sommet des montagnes, etc. Ils fabriquent des meubles, assemblent des cassettes et des rubans de dactylo. Les plus "intelligents" d'entre eux peuvent produire des bombes, des carburateurs, des séchoirs, des courroies de transmission, des calculatrices électroniques, des machines à écrire, à coudre et à tricoter, des extincteurs, des congélateurs, des éléments de fournaise, des ventilateurs, des aspirateurs, des réfrigérateurs, des laveuses, des fixtures d'éclairage, des radios et des télévisions, des semi-conducteurs, des pièces de voiture, etc.⁽¹⁸⁾. Certains entrepreneurs ingénieux leur confient même les tâches les plus saugrenues: en Australie, un "robot" spécialisé tond les moutons; en Angleterre, un autre prend délicatement des chocolats sur un tapis roulant et les place, après identification, dans les compartiments appropriés d'une boîte⁽²⁰⁾; aux Etats-Unis enfin, un dernier vérifie le bon fonctionnement du système de transmission d'une voiture en la conduisant sur une courroie mobile⁽²¹⁾.

On retrouve les "robots" dans toutes sortes d'entreprises opérant dans toutes sortes d'industries. Les grands constructeurs automobile en font largement usage: General Motors, Ford, Chrysler, American Motors, Fiat, Renault, Volkswagen, Volvo, Peugeot, Saab,

Toyota, Mitsubishi, Nissan, etc. D'autres grandes entreprises ont également recours à leurs services: Lockheed, Westinghouse, General Dynamics, Polaroid, Xerox, Hitachi, Olivetti, Texas Instruments, etc. Les rares "robots" industriels canadiens sont pour la plupart affectés à la construction automobile dans les usines de General Motors à Ste-Thérèse ou de Ford à Oakville; quelques-uns opèrent également aux Industries Kindred d'Ontario et dans les usines de l'International Harvester Canada⁽²²⁾.

Exemple de l'industrie automobile

Pour mieux comprendre le fonctionnement et l'utilité des "robots" industriels, étudions brièvement deux applications fort différentes dans un même secteur industriel, celui de la construction automobile.

L'exemple classique d'automation "à la Détroit" remonte à 1970 avec l'installation d'une équipe de 26 "robots" à l'usine de la General Motors à Lordstown, Ohio. Ces "robots" y effectuent l'ensemble des opérations de soudure sur les carosseries de voitures. Chaque voiture dans la chaîne de montage avance et s'immobilise à un poste précis afin que les "robots" qui sont disposés de part et d'autre de la ligne d'assemblage pénètrent dans la carosserie et réalisent les différentes opérations de soudure nécessaires, conformément à leur programme respectif⁽²³⁾. Un programme d'entretien préventif permet de réduire la part des temps d'arrêt pour réparation de bris à moins de 2%. Quoiqu'aveugle, la machine travaille de façon plus rapide, plus précise et plus soignée qu'un ouvrier spécialisé, argument que fait valoir depuis peu la GM dans la promotion de ses nouveaux modèles de la série "J" (J2000, Cavalier) fabriqués de cette façon.

Le système Robogate, mis au point par Fiat et récemment vendu à la compagnie Chrysler, constitue un autre exemple d'utilisation ingénieuse des "robots". Ce système remplace la chaîne d'assemblage par une flotte de 25 chariots autoguidés qui circulent librement sur le plancher de l'usine, sous l'étroite surveillance d'un ordinateur de

contrôle central. Chacun de ces chariots transporte une carrosserie et passe par différentes "stations de soudure". Arrivé à l'une d'entre elles, le chariot s'arrête et une série de "robots" fixés au plafond descendent pour effectuer toutes les opérations de soudure nécessaires. Une fois le travail terminé, le chariot repart vers une autre station, et ainsi de suite. De cette façon, une carrosserie complète peut être montée en moins d'une minute, pour une capacité de production quotidienne de 840 unités. L'usine emploie deux équipes de production composées de huit hommes, dont deux directement affectés à des tâches d'assemblage; les autres s'occupent essentiellement de la maintenance et de la programmation sur l'ordinateur central⁽²⁴⁾.

Gains de productivité permis par la robotique

Ces quelques exemples laissent déjà deviner le bénéfice que représente la robotisation des opérations pour l'entreprise soucieuse d'améliorer sa productivité. L'Histoire nous enseigne que l'adoption des nouvelles technologies dans l'industrie, qu'il s'agisse de procédés mécaniques ou automatiques, se résume essentiellement à une question de gros sous, la substitution de la machine à l'humain étant tantôt profitable, tantôt pas, pour le détenteur du capital⁽²⁵⁾; dans ces circonstances, l'engouement récent pour les "robots" traduit à coup sûr un gain pressenti, un profit alléchant.

La notion de gains de productivité n'est pas nouvelle: on estime que les 150 dernières années ont vu les différents développements technologiques contribuer à la multiplication par quatre de la productivité mondiale du secteur manufacturier⁽²⁶⁾. Au Canada seulement, tel qu'illustré au Tableau 1, la productivité du secteur manufacturier a crû en flèche depuis 1870, tant en termes de valeur produite par employé que de valeur produite par heure/homme payée. L'augmentation future de la productivité en usine se heurte toutefois désormais à une contrainte: les propres limites de l'homme. Nous avons atteint un point où pour devenir encore plus productive, la machine doit carrément remplacer l'homme sur la chaîne de production, à défaut

TABLEAU 1

Evolution de la productivité du secteur manufacturier,
Canada, 1870-1978

Année	Salaires affectés à la seule production	Heures-hommes payées (000)	Valeur des produits de propre fabrication (activité manufacturière) (\$000 constants de 1971) ^a	Production emploi (\$000/salarié)	Production heure-homme payée (\$/H.H.)
1870	187 942	N/D	81 334	0,43	N/D
1890	369 595	N/D	130 148	0,35	N/D
1910	515 203	N/D	326 473	0,63	N/D
1930	529 985	N/D	1 318 655	2,49	N/D
1950	952 244	2 153 976 ^b	9 990 071	10,49	4,64
1970	1 167 063	2 450 058	45 499 697	38,99	18,57
1978	1 310 524	2 721 381	245 265 540	187,15	90,13

(a): Données absolues déflatées de l'indice des prix de gros ("wholesale trade prices index");

(b): Estimé à partir du nombre moyen d'heures travaillées par semaine dans le secteur.

Sources: Statistique Canada, BSF 11-202, 31-201, 31-203 et 72-204;
Revue de la Banque du Canada.

d'être ralentie par lui dans son travail et d'être conséquemment sous-utilisée.

Du strict point de vue de l'employeur, la robotisation intégrale comporte donc plusieurs avantages: la machine travaille plus vite, s'avère plus précise et commet moins d'erreurs que l'humain. Elle opère facilement 24 heures par jour dans un environnement hostile, bruyant ou pollué sans jamais afficher le moindre signe de fatigue, moyennant un entretien adéquat. Dans une usine robotisée, le manager n'a plus à se soucier de la gestion du personnel humain, variable avec laquelle il réussit parfois mal à composer. Les robots s'accommodent du travail le plus routinier sans jamais se plaindre; ils ne revendiquent jamais d'augmentation de salaire et, bien sûr, ne font jamais la grève. Comme le souligne ironiquement le syndicaliste américain A.B. Connole, de la United Auto Workers:

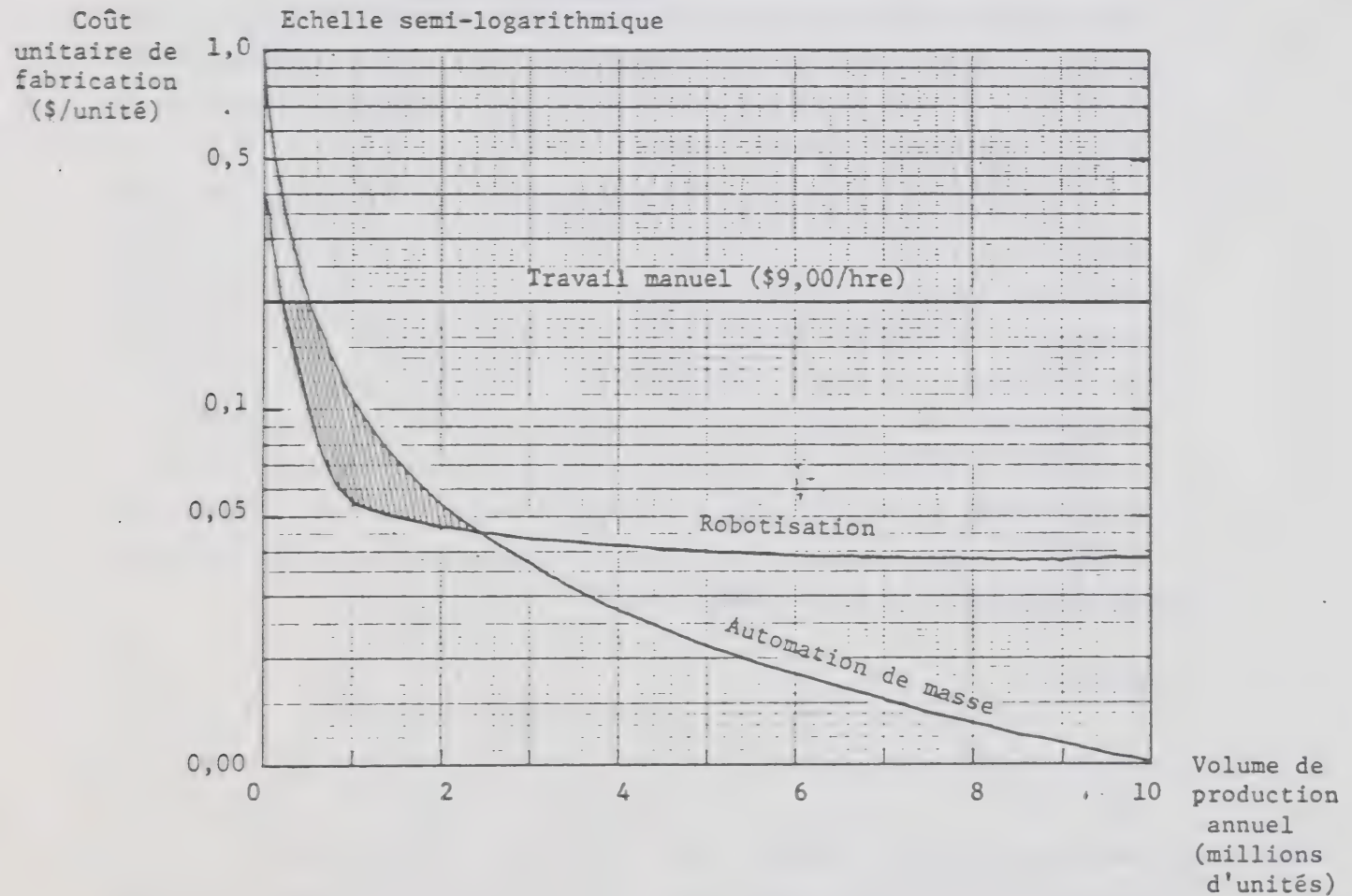
"Robots don't take coffee-breaks, don't belong to unions, never complain and can work long hours without getting tired or paid."(27)

Diverses études tendent à démontrer qu'avec la croissance des coûts de la main-d'oeuvre d'usine -- pertes de productivité attribuables à l'absentéisme, aux maladies industrielles, au sabotage, aux grèves et explosion des salaires en période d'inflation -- la décision d'investir dans l'achat de "robots" s'avère de plus en plus rentable à la marge.

Le Tableau 2 présente une analyse comparative des coûts de production manufacturière selon que l'on adopte un mode de fabrication automatique (production de masse) ou "robotisée"; on y constate que l'utilisation des "robots" s'avère particulièrement avantageuse pour des lots de taille intermédiaire. Par exemple, un "robot" spécifique opérant dans une usine de la General Electric à Erié, N.Y., et acquis au coût de \$26,000 permet à la firme, au taux de rendement de 95%, une économie annuelle de 3180 heures/hommes rémunérées, soit l'équivalent d'un coût d'opération horaire⁽²⁸⁾:

TABLEAU 2

Analyse comparative des coûts de production,
selon trois méthodes de fabrication



Tiré de: ORBZUT, John J., "Robots swing into the industrial "arms" race",
Iron Age, Vol. 223, n° 27, 21 juillet 1980, p. 48ss.

- de \$3.59 pour une durée de vie de 3 ans (actualisé à 15%);
- de \$2.45 pour une durée de vie de 5 ans (actualisé à 15%);
- etc.

On estime d'autre part, de 1957 à 1978, que le coût horaire de fabrication d'un bien usiné aux Etats-Unis a augmenté de \$3.00 à \$15.00 advenant le recours aux services d'un ouvrier spécialisé (salaire et bénéfices marginaux) comparativement à une évolution de \$3.00 à \$4.00 advenant le recours aux services d'un "robot" adéquatement programmé (amortissement et entretien, voir Tableau 3)⁽²⁹⁾. Au Canada, une estimation plus récente indique que, de 1961 à 1980, le coût horaire moyen de l'ouvrier spécialisé a passé de \$4.80 à \$14.00, comparativement à une évolution de \$4.20 à \$3.80 pour le coût d'opération d'un "robot" industriel affecté à la même tâche⁽³⁰⁾.

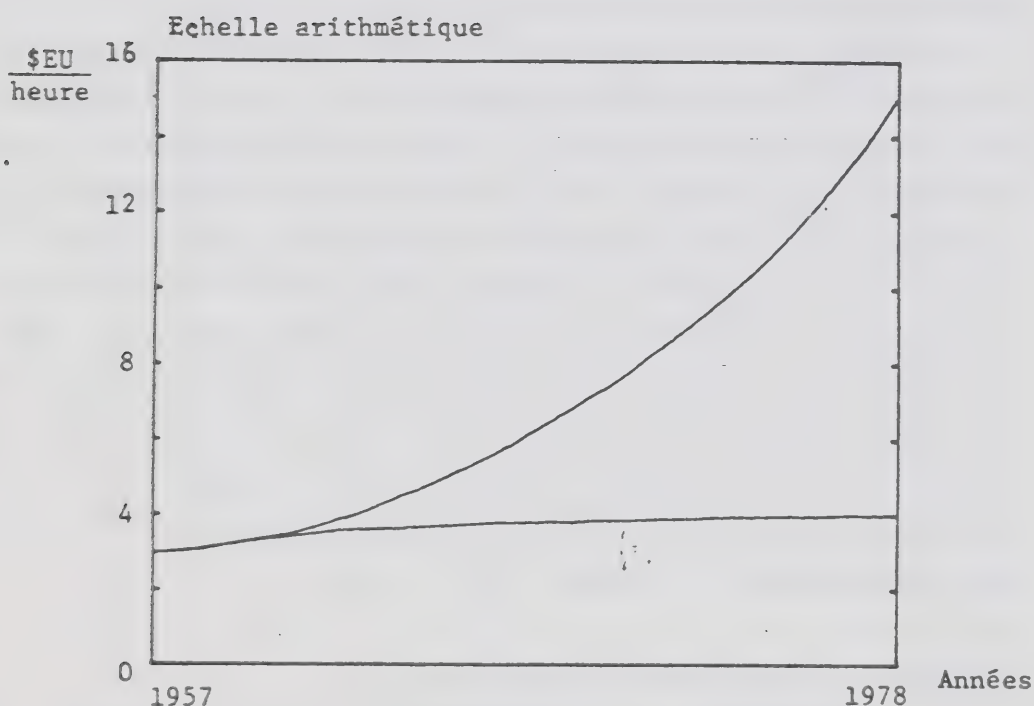
Ces chiffres tendent tous à démontrer que l'opération d'un robot industriel s'avère, sur une base horaire, beaucoup plus économique que l'embauche d'un ouvrier spécialisé, en raison des gains de productivité permis par la machine: augmentation de la production⁽³¹⁾ et réduction des effectifs. Lorsque, par exemple, des experts prévoient, avec la robotisation de l'usine de la British Leyland à Longbridge, au Royaume-Uni, augmenter la production de véhicules automobiles de ce manufacturier de 342,000 unités tout en réduisant les effectifs ouvriers de 70%⁽³²⁾, les détenteurs de capital y voient un sujet d'intérêt et les syndicats un sujet d'inquiétude.

Recherche

Les gains de productivité promis par la "robotique" d'aujourd'hui, pour étonnants qu'ils puissent paraître, ne sont qu'un pâle reflet des gains promis par la "robotique" de demain. La recherche dans le domaine constitue en effet une variable clé que l'intérêt récent pour la question tend à stimuler. Un nombre croissant de chercheurs dans les universités et les grandes entreprises du monde entier se penchent avec ardeur sur le sujet. Sous l'impulsion gouvernementale, plusieurs programmes de recherche spécifiques voient le jour, aux Etats-Unis (programme du Ministère de la Défense), au Japon

TABLEAU 3

Comparaison entre le coût de fabrication horaire
d'un bien usiné, main-d'oeuvre spécialisée
et "robot" industriel, Etats-Unis, 1957-1978



Hypothèses concernant le calcul (1977):

- (a) prix du robot: \$40 000;
- (b) durée de vie: 8 ans @ 2 équipes par jour;
- (c) coût de l'argent: 8%;
- (d) coût d'installation: 2 x \$500;
- (e) coût d'énergie: \$0,25/hre; (f) coût d'entretien: \$1,05/hre;
- (g) amortissement: \$1,25/hre; (h) installation: \$0,80/hre;
- (i) coût de l'argent: \$0,45/hre; (i) autres: \$0,40/hre.

Tiré de: MUNSON, George E., "Robots quietly take their place alongside humans on the production line -- and do the "dirty work"", IEEE Spectrum, Vol. 15, n° 10, octobre 1978, p. 66-70.

(programme du Ministère de l'Industrie et du Commerce (MITI)), en Allemagne de l'Ouest, en Suède et ailleurs. De "petits" pays comme la Norvège ou le Danemark s'impliquent également dans le domaine; en Norvège, le budget national pour la recherche représentait, en 1972, un investissement per capita de \$7.50, soit un ratio de beaucoup supérieur à celui de plusieurs des pays les plus industrialisés du monde⁽³³⁾.

Après avoir donné naissance au "robot" PUMA et aux systèmes interchangeables homme-machine sur les chaînes de montage de la General Motors, la recherche en robotique s'oriente désormais vers le développement des facultés sensorielles (vue, toucher), le perfectionnement des manipulateurs à usages multiples ainsi que des bras coordonnés, et l'organisation d'interactions verbales entre homme et machine⁽³⁴⁾. Dans plusieurs laboratoires à travers le monde, des robots de deuxième génération sont en voie de naissance, des robots au sens véritable du terme, capables entre autres d'interagir avec leur environnement, de raisonner et de dialoguer avec l'humain⁽³⁵⁾. Une firme japonaise ainsi développe déjà un robot sophistiqué capable d'assembler un aspirateur complet et une autre un robot capable d'identifier, de saisir et d'assembler les pièces d'un carburateur⁽³⁶⁾. La grande course à la robotique ("the great robot race") est désormais lancée: les premiers à développer et commercialiser les robots révolutionnaires de deuxième génération seront les premiers à profiter de l'explosion de la demande⁽³⁷⁾.

Exemple de développement de la vision

L'exemple du développement de la vision illustre peut-être mieux que tout autre la dynamique de recherche en robotique. Séduits par l'image de l'esclave de métal créé par l'homme à son image, les premiers concepteurs de "robots" rêvent déjà, dans les années 1960, de doter leurs engins de la faculté de voir. Dès 1975, les chercheurs japonais développent un "robot" équipé d'une caméra de télévision adjointe au manipulateur⁽³⁸⁾; l'appareil ne peut cependant "regarder" de

lui-même, faute de pouvoir décoder en un langage ordinateur compréhensible les impulsions lumineuses données par la caméra. Le recours subséquent à des techniques de perception plus sophistiquées comme le laser et le développement rapide de micro-ordinateurs aussi flexibles que puissants éliminent toutefois cette difficulté si bien qu'en 1979, une firme américaine présente à la presse émerveillée le premier robot véritablement doté du sens de la vue⁽³⁹⁾. L'engin peut ramasser de lui-même tout objet placé à courte distance dans son champ de vision: l'impossible devient réalité! Les chercheurs s'efforcent maintenant de porter le concept de la phase expérimentale à la phase commerciale en développant le sens de la recognition visuelle pour les robots industriels de demain.

Au rythme actuel du développement technologique, on estime que la vision tridimensionnelle sera caractéristique de tout robot industriel fabriqué à compter de 1982⁽⁴⁰⁾. D'autre part, des robots dotés à la fois du sens de la vue et de capacités de déduction sommaires devraient franchir le stade de la réalité expérimentale en 1983, et faire leur apparition dans l'industrie dès 1984⁽⁴¹⁾. Parallèlement à ces développements enfin, certains chercheurs s'efforcent de produire la première génération de robots "heuristiques" capables d'apprendre de leur propre expérience et, à la façon de l'humain, de modifier leur algorithme en fonction de l'apprentissage⁽⁴²⁾. La société Hitachi est actuellement à mettre au point un robot capable de recevoir de l'homme les objectifs à atteindre et d'organiser son travail en fonction des ressources disponibles et des contraintes d'opérations de façon à accomplir toute tâche donnée de la façon la plus efficace possible⁽⁴³⁾.

Concept d'usine automatique

Pour mieux saisir les implications économiques pour l'entreprise des plus récents développements de la robotique, étudions maintenant le concept de l'"usine automatique".

Le concept de l'usine automatique hante depuis longtemps l'esprit des chercheurs et utilisateurs de robots: l'aviation

américaine, dans son programme ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing), en donne la définition opérationnelle suivante: le dessin et les spécifications d'un produit fini sont fournis à un ordinateur central qui effectue lui-même la programmation complète des robots de fabrication, la commande et l'entreposage des matières premières, l'ordonnancement de la production, l'expédition des commandes et la facturation du client⁽⁴⁴⁾. Une telle usine opère avec un maximum d'efficacité et un minimum de main-d'oeuvre. Au confluent des plus récents courants en informatique et en robotique, l'usine automatique représente du point de vue technique le summum de la productivité; elle permet au détenteur de capital une économie optimale en frais de main-d'oeuvre et de manutention, ainsi que des profits maxima.

Le concept de l'usine automatique a longtemps relevé de la science-fiction; d'ici peu, il relèvera pourtant de la pure réalité. En effet, si nous décomposons le processus de fabrication de biens usinés en trois étapes -- (a) la fabrication ou la réception des pièces composantes, (b) l'assemblage de ces pièces en produits finis, et (c) le test, la calibration, l'entreposage et l'expédition de ceux-ci⁽⁴⁵⁾ -- nous constatons que le développement d'ordinateurs aussi puissants que flexibles a progressivement permis l'automation des étapes (a) et (c). L'entrepôt automatisé est déjà une réalité tandis que les différents systèmes de facturation manuels disparaissent peu-à-peu de l'entreprise moderne⁽⁴⁶⁾. Jusqu'à récemment, seule la deuxième étape posait un problème en termes d'automation, retardant ainsi l'avènement de l'usine automatique. L'assemblage de produits finis implique en effet l'articulation de plusieurs opérations complexes exigeant de l'opérateur un sens de l'orientation affiné, une grande discrimination dans la perception de pièces souvent similaires ainsi qu'un degré très élevé de précision dans la manutention physique; ces caractéristiques rendaient jusqu'alors délicat le remplacement de l'homme par la machine. La venue de robots industriels dotés de facultés sensorielles et analytiques permet toutefois de lever cette dernière difficulté et d'éliminer complètement l'ouvrier de la ligne de production. De "théoriquement

possible", le concept de l'usine automatique devient donc "pratiquement probable".

En 1976, les experts estimaient que 15 ans seraient nécessaires à l'implantation d'usines automatiques concrètement opérationnelles⁽⁴⁷⁾. En 1978, suite aux résultats de l'étude Delphi du Comité International de la Recherche et de la Production⁽⁴⁸⁾, cette échéance était ramenée à 1985 pour l'opération d'une usine totalement automatisée sous contrôle d'un ordinateur central. En 1980, enfin, la firme japonaise Fijitsu-Fanuc lançait un projet de \$38 millions prévoyant la construction d'une usine fabriquant des robots et des machines à contrôle numérique eux-mêmes capables de fabriquer d'autres robots et machines à contrôle numérique et de les entreposer automatiquement sous la coordination d'un ordinateur⁽⁴⁹⁾. On prévoit que cette usine n'emploiera dès sa première année d'opérations, qu'à peine le cinquième de la main-d'oeuvre nécessaire à l'opération d'une même usine non-automatisée — soit environ 100 travailleurs, et fabriquera une moyenne mensuelle de 100 robots et machines à contrôle numérique. En 1985, un premier robot capable d'assembler d'autres robots et machines numériques joindra la ligne d'assemblage afin qu'en 1986, 200 travailleurs suffisent à produire une moyenne mensuelle de 400 robots et machines à contrôle numérique. Grâce à la recherche, l'utopie devient réalité et l'usine automatique frappe déjà à notre porte...

Contraintes associées à la robotisation

La robotisation de l'entreprise n'a pas que des avantages puisqu'elle s'accompagne le plus souvent de l'un ou l'autre des trois problèmes majeurs. D'une part, l'installation des robots implique généralement une reconception et un réagencement de la chaîne de production souvent coûteux en temps et en ressources pour la firme. D'autre part, les machines choisies doivent offrir suffisamment de flexibilité pour satisfaire les exigences de différents types de production; certaines tâches, se prêtent en effet davantage à l'automation de masse et d'autres au travail manuel (voir Tableau 2).

Enfin, l'implantation des robots dans l'usine occasionne parfois la résistance du personnel, des syndicats et de certains cadres intermédiaires (contremaîtres).

Les deux premières de ces contraintes sont cependant déjà pratiquement levées. Les développements rapides au niveau de la recherche et la concurrence accrue entre offreurs se traduisent en effet par une baisse du prix relatif des robots: tandis que depuis 15 ans les salaires ne cessent d'augmenter en dollars courants (voir Tableau 4), le prix d'achat d'un robot industriel simple se maintient aux environs de \$10,000⁽⁵⁰⁾.

"if the robot industry goes the way of the computer industry", adds Albus (du National Bureau of Standards), "we would see robots making robots, bringing machines costing thousands now down to less than \$100 each. This could mean an effective labor aid, in many operations, of only pennies per hour..."⁽⁵¹⁾

De plus, on l'a vu, la commercialisation imminente de robots dotés de capacités sensorielles saura répondre aux attentes de l'entreprise en termes de flexibilité et d'efficacité: le risque d'acheter un équipement incompatible avec les caractéristiques de la production sera ainsi pratiquement éliminé. Ne demeure plus que la contrainte plus "coriace" de la résistance du personnel, que seul un patient effort d'éducation et de sensibilisation saura à moyen terme surmonter.

Applications et gains de productivité au bureau

Quittant peu-à-peu le plancher de l'usine, les "robots" percent de plus en plus le secteur des services. Bureaux de poste, banques, institutions financières, et magasins de détail sont peu-à-peu "envahis" par une armée d'engins électroniques, de caisses-enregistreuses "intelligentes", d'écrans cathodiques et de mini-ordinateurs, les uns plus perfectionnés que les autres⁽⁵²⁾. Dans cette vague, la robotisation des opérations de bureau (bureautique) constitue peut-être le débouché le plus prometteur pour les plus récents développements de la technologie. La "bureautisation" gagne d'ailleurs rapidement en

TABLEAU 4

Salaires, traitements et revenus complémentaires du travail
versés aux travailleurs du secteur non-agricole,
Canada, 1950-1980

	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980
Nombre de travailleurs (000)	3 958	4 546	5 282	6 268	7 368	8 228	10 180
Salaires, traitements et revenus complémentaires du travail:							
- \$000 000 courants	8 612	13 528	19 303	28 181	43 065	93 289	160 674a
- \$000 000 constants 1971b	14 401	20 041	25 980	35 007	44 306	67 357	76 293
Salaires, traitements et revenus complémentaires du travail par individu:							
- \$000 000 courants	2 176	2 976	3 654	4 496	5 845	10 567	15 783
- \$000 000 constants 1971	3 638	4 408	4 918	5 585	6 013	7 630	7 494

(a) Données déflatées à l'aide de l'indice des prix à la consommation;
(b) Estimés.

Sources: Statistique Canada, BSF 71-001;
Revue de la Banque du Canada.

popularité puisque dans nombre d'établissements, machines à écrire électroniques, photocopieurs à mémoire et systèmes de télé-traitement de texte remplacent leurs "ancêtres" électriques traditionnels du coup frappés d'obsolescence⁽⁵³⁾. Eventuellement inter-reliés via un ordinateur central, ces machines permettront à la secrétaire ou au gestionnaire de demain d'expédier, d'une simple pression du doigt, un mémo électronique à tout individu désigné dans l'organisation, de produire et de modifier directement un texte exposé sur écran cathodique, de rédiger et d'expédier des lettres-réponse type à partir d'un original modulaire au fichier-ordinateur, et bien plus encore⁽⁵⁴⁾.

Le bureau a toujours représenté un lieu de travail relativement peu exposé aux gains de productivité, en raison notamment de la forte proportion de main-d'oeuvre embauchée par-rapport au capital investi. Ainsi; sur les vingt dernières années, la productivité n'y a crû en moyenne que de 4% par année⁽⁵⁵⁾. L'avènement des robots de bureau risque cependant de renverser la vapeur puisqu'on estime à 100%-500% les gains de productivité permis pour ces nouveaux engins au seul chapitre de la production de documents⁽⁵⁶⁾. Avec la diminution constante de leur prix d'achat, ils seront accessibles à un nombre croissant de PME, sur un nouveau marché des plus prometteurs. Le très sérieux groupe Predicast estime que le marché américain de la bureautique connaîtra, sur l'impulsion de géants comme IBM et Xerox, une croissance très rapide de 1978 à 1990, pour des valeurs respectives de \$5 et \$16 milliards⁽⁵⁷⁾.

Bien qu'il soit encore trop tôt pour rendre un jugement définitif, toutes les indications préliminaires semblent confirmer les prévisions de Predicast et annoncer pour demain des changements majeurs dans le bureau:

"Most offices today aren't ready for such complex systems that completely integrate images, voice, text and data. But they are ready for, and are using, one or more elements that will lead to such a system eventually."⁽⁵⁸⁾

Evolution ou révolution?

Dès les années 1950, les différents intervenants intéressés au sujet lançaient le débat à savoir si l'automation constitue une évolution dans le processus historique de développement technologique, ou plutôt une révolution, une rupture, un bouleversement majeur. La même question se pose aujourd'hui au sujet de la robotisation. Notre analyse du phénomène peut s'articuler autour de cinq grands thèmes.

En premier lieu, l'Histoire nous enseigne qu'il existe un décalage, un vide à combler entre le "savoir" et le "pouvoir", entre le développement scientifique et technologique. Il faut ainsi souvent plusieurs années aux appareils pour trouver leur place sur le marché -- généralement en version "révisée" de façon à satisfaire les besoins de l'industrie. Pensons par exemple aux différentes applications commerciales des programmes de recherche spatiale de la NASA ou aux inventions nées de l'effort de recherche militaire au cours de la deuxième guerre mondiale. On note cependant, depuis quelques années, une accélération du changement technologique et une compression de ce délai entre la découverte et l'application industrielle d'un nouveau procédé: il aura fallu 50 ans au téléphone pour être "accepté" sur le marché, dix ans pour la télévision et à peine cinq pour l'ordinateur, etc.⁽⁵⁸⁾. Les nouvelles générations d'ordinateurs, pour conserver cet exemple, se succèdent d'ailleurs désormais aux quatre ans et rien ne semble indiquer un renversement de la tendance.

"Des millénaires furent nécessaires au préhominien pour se "cérébraliser", quelques décennies suffiront à l'homo sapiens pour "encéphaliser" la société."(60)

Si tel est le cas, il semble réaliste de prévoir un déblocage imminent et soudain dans l'application commerciale des plus récents développements de la robotique/bureautique et, conséquemment, la multiplication rapide des robots de deuxième génération dans les usines et les bureaux du monde entier.

Deuxièmement, les changements actuels se caractérisent par leur caractère généralisé, voire même "universel". La recherche produit des

robots qui sont de véritables embryons de machines pensantes. Leur versatilité leur ouvre de nouveaux débouchés, au point qu'il semble à nouveau réaliste de prévoir leur multiplication dans un nombre croissant d'industries, pour un nombre et une variété infinis de tâches.

"Une chose est claire: nous n'avons pas affaire ici à une simple variante de la révolution industrielle originelle. L'évolution présente un caractère très différent. On a déjà dit, mais je crois qu'on ne saurait le répéter trop souvent, que tandis que toutes les innovations précédentes en matière industrielle entraînaient la mécanisation du travail réalisé auparavant à la main, l'automation présente à deux égards un caractère original. D'une part, il est probable qu'elle entraînera une révolution dans les travaux qui font appel à l'intelligence humaine; d'autre part, des secteurs relativement peu touchés jusqu'ici, comme les services et les emplois de bureau, subiront certainement des atteintes marquées."(61)

Troisièmement, la conjoncture actuelle favorise plus que jamais l'implantation des robots dans l'entreprise: l'inflation galopante qui frappe le monde occidental, la croissance effrénée des salaires et des coûts de production, les grèves et autres bouleversements sociaux qui empêchent l'utilisation optimale des capacités d'usine, autant de facteurs qui chaque jour sensibilisent de nouvelles entreprises aux formidables gains de productivité permis par les nouvelles machines.

Quatrièmement, du survol de la littérature récente transpire un net regain d'intérêt, depuis 1975, pour la question de l'automation en général et de la robotisation en particulier. Chercheurs, hommes d'affaires, fonctionnaires et universitaires se penchent en grand nombre sur la question et n'hésitent pas à émettre leurs opinions. Une telle publicité éveille la firme à l'existence et aux possibilités des robots et suscite, par effet d'entraînement, une demande accrue pour ces nouveaux engins.

"So much depends on fashion. No one wants to be first. But after one or two factories demonstrate these things working, then the others will be like flies around the honey pot."
(Professeur Alan Pugh, Université de Hull, Royaume-Uni) (62).

Cette observation s'applique particulièrement à la construction de nouvelles installations dès le départ conçues en fonction de l'implantation de robots et permettant aux détenteurs du capital d'épargner sur les frais de conversion de ses systèmes de production.

Cinquièmement, l'explosion de l'offre favorise une chute des prix et une plus grande disponibilité de robots pour les grandes et, bientôt, les moyennes et petites entreprises; la demande s'en trouve stimulée. En retour, l'explosion de la demande stimule l'offre, ce qui favorise l'ingéniosité d'entrepreneurs audacieux comme les gens de la Fijitsu-Fanuc et relance plus avant la "course à la robotisation".

Enfin, une rumeur qui circule avec insistance depuis quelques mois attribue à certaines grandes sociétés qui fabriquent et utilisent déjà leurs propres robots et parmi lesquelles on compte Digital Equipment, IBM, et Texas Instruments, l'intention de se lancer ouvertement sur le marché américain pour s'y tailler une niche. Considérant l'impact dramatique qu'a eu l'entrée de Texas Instruments sur le marché des calculatrices on devine l'impact que risque d'avoir une telle nouvelle, si elle se concrétise, sur le marché des robots! Certains observateurs avertis estiment ainsi que l'entrée en lice de concurrents aussi sérieux aurait, par ses incidences sur les prix et la qualité des produits, un effet stimulant sur la demande américaine de robots industriels qui passerait en 1990 à 200,000 unités (marché de \$1,9 milliard) plutôt qu'à 23,000 unités (\$0,8 milliard) advenant que la rumeur s'avère fausse⁽⁶³⁾.

Ces différents facteurs, on le voit, tiennent tous le même langage. Une fois réunis, ils condensent des forces de changement suffisantes pour déclencher une "deuxième révolution industrielle" impliquant le transfert d'une partie du travail cérébral de l'humain vers la machine:

"Advanced robotics", says Bernard Chem, program director for computer engineering at the NSF "are going to perform tasks characterized by intelligence and decision making -- locomotion, manipulation, tensing, and communications, both man to machine and robot to robot." Chem observes that the industrial

revolution stemmed from the transfer of physical skills from man to machine. "The second industrial revolution, now in its infancy", he contends, "involves the transfer of intelligence from man to machine.""(64)

La vitesse et les conditions dans lesquelles le monde occidental sera touché auront un impact direct sur les conséquences sociales du phénomène et plus particulièrement sur l'emploi et le chômage, comme nous le verrons au chapitre suivant.

REFERENCES

- (1) HOFFMAN, L. Richard et Floyd C. MANN, Automation of the worker -- a study of social change in power plants, New York, Henry Holt and Company, 1960, 272p.
- (2) FRIEDMANN, Georges, Industrial society -- the emergence of the human problems of automation, Chap. II, IV: "Automation", Glencoe Ill., The Free Press, 1955, 436p.
- (3) ELGOZY, Georges, Idem.
- (4) HAMILTON, Bob, "Automation: blight or blessing?", Electronic Engineering, Vol. 51, N° 619, mars 1979, p. 209, 213-215.
- (5) OBRZUT, John J., Op. cit., p. 50.
- (6) "At last,...", Op. cit.
- (7) SINCLAIR, Clayton, "R2D2 on the assembly line -- robots make cheap workers but producers can't keep up with demand", Financial Times of Canada, Vol. 68, N° 38, 3 mars 1980, p. 20s.
- (8) FONTAINE, Bruno, "Les robots deviennent-ils majeurs?", L'Informatique Nouvelle, N° 81, février 1977, p. 4-15.
- (9) TERESKO, John, "Stirring interest in robot technology", Industry Week, Vol. 203, N° 5, 26 nov. 1979, p. 124, 127.
- (10) DU BOIS, Peter C., "Japan puts robots to work... Moonie Oil and Aussie Coal", Barron's, 21 juillet 1980, p. 40, 42.
- (11) "Robot power spreads all over the world", Iron Age, Vol. 214, N° 20, 11 nov. 1974, p. 58s.
- (12) THACKRAY, John, "The robots of America", Management Today, juillet 1979, p. 66-69.

- (13) REMICK, Carl, Op. cit.
- (14) TERESKO, John, "Can robots integrate manufacturing plants?", Industry Week, Vol. 204, N° 1, 7 janv. 1980, p. 99, 102.
- (15) WINSHIP, John T., "Update on industrial robots", American Machinist, Vol. 123, N° 1, janv. 1979, p. 121-124.
- (16) BEECHER, R.C. et Robert DEWAR, "Robot trends at General Motors", American Machinist, Vol. 123, N° 8, août 1979, p. 71-74.
- (17) PASTRE, Olivier et Joelle TOLEDANO, Op. cit.
- (18) MARSH, Peter, "Robots see the light", New Scientist, Vol. 86, N° 1025, 12 juin 1980, p. 238-240.
- (19) BYLINSKY, Gene, "Those smart young robots on the production line", Fortune, Vol. 100, N° 12, 17 déc. 1979, p. 90-93, 95s.
- (20) MARSH, Peter, "Sweet dreams about robots in factories", New Scientist, Vol. 85, N° 1200, 27 mars 1980, p.992.
- (21) "Automotive robots shifts for itself", Machine Design, Vol. 51, N° 28, 6 déc. 1979, p.4.
- (22) SINCLAIR, Clayton, Op. cit.
- (23) MUNSON, George E., "Robots quietly take their place alongside humans on the production line to raise productivity -- and to the "dirty work"; IEEE Spectrum, Vol. 15, N° 10, oct. 1978, p. 66-70.
- (24) "Robot line for mixed-body welding", Automotive Engineering, Vol. 86, N° 11, nov. 1978, p. 85-89.
- (25) FRIEDMANN, Georges, (Industrial.) Idem
- (26) VALERY, Nicholas, "The future isn't what it used to be", New Scientist, Vol. 73, N° 1034, 13 janv. 1977, p. 70-73.
- (27) YOUNG, John F., Robotics, New York, Toronto, John Wiley & Sons, 1973, p. 13.
- (28) A savoir, le "coût" requis pour obtenir cette économie au niveau des salaires, tel que calculé en fonction de l'amortissement; ORBZUT, John, Loc. cit.
- (29) MUNSON, George E., Op. cit.
- (30) SINCLAIR, Clayton, Op. cit.

- (31) En effet, à main-d'oeuvre égale, l'usine automatisée permet de produire plus de biens que l'usine non-automatisée; SELIGMAN, Ben B., Most notorious victory -- man in an age of automation, New York, The Free press, 1966, 441p.
- (32) "The Longbridge robots will march over the transport union", The Economist, Vol. 275, N° 7129, 19 avril 1980, p. 49s.
- (33) SHAPIRO, Sydney F., "Social/economic/governmental considerations of automation", Computer Design, Vol. 14, N° 12, déc. 1975, p. 50, 52, 56-58.
- (34) OBRZUT, John J., Op. cit.
- (35) PELTU, Malcom, "How robots learn to think for themselves", New Scientist, Vol. 86, N° 1205, 12 juin 1980, p. 240.
- (36) Now the chips are down, enregistrement vidéo; écrit et réalisé pour la B.B.C. par Edward Goldwyn, 1978, 53 min.
- (37) "Racing to breed the next generation", Business Week, N° 2640, 9 juin 1980, p. 73s.
- (38) ARONSON, Robert B., "Let the robot do it", Machine Design, Vol. 47, N° 28, 27 nov. 1975, p. 54-59.
- (39) "Robot "eyes" its victim", Industrial Engineering, Vol. 11, N° 5, mai 1979, p. 73.
- (40) KOEKEBAKKER, Jake, "Robots seek innovation boost", Canadian Electronics Engineering, Vol. 24, N° 3, mars 1980, p. 27-30, 48.
- (41) MARSH, Peter, ("Robots see..."), Op. cit.
- (42) OBRZUT, John J., Op. cit., p. 48.
- (43) "Racing...", Op. cit.
- (44) DONLAN, Thomas G., "Automation moves on; jobs are opening on the assembly line for robots", Barron's, 2 juin 1980, p. 4, 5, 29.
- (45) PARKS, J.R., Op. cit.
- (46) Now the chips are down, Idem.
- (47) FONTAINE, Bruno, Op. cit.

- (48) OLLING, Gustav, "Experts look ahead at the day of the full-blown computer integrated automatic factory", IEEE Spectrum, Vol. 15, N° 10, oct. 1978, p. 60-66.
- (49) "Fanuc edges closer to a robot-run plant", Business Week, N° 2664, 24 nov. 1980, p. 56.
- (50) "The robot in industry: Friend or foe of workers?", Personnel, Vol. 57, N° 6, novembre-décembre 1980, p. 51s.
- (51) BYLINSKY, Gene, Op. cit., p. 96.
- (52) ROBINSON, Arthur L., "Impact of electronics on employment: productivity and displacement effects", Science, Vol. 195, N° 4283, 18 mars 1977, p. 1179-1184.
- (53) IBM DIRECT, Catalogue 1981, 24p.
- (54) RAY, Dr. Ratna, The Impact of Micro-electronic and Communications technology on the industrial work environment, 3 volumes, Ottawa, Labour Canada, 1981, 566p.
- (55) HUTCHISON, William G., Idem.
- (56) VADNAIS, Donald C., "The office of the future -- headed for extinction?", Industrial Engineering, Vol. 10, N° 6, juin 1978, p. 44-48.
- (57) RHODES JR, Wayne L., "Office of the future -- fact or fantasy?", Infosystems, Vol. 27, N° 3, mars 1980, p. 45, 48, 52, 54.
- (58) VADNAIS, Donald C., Op. cit., p. 48.
- (59) SELIGMAN, Ben B., Idem.
- (60) ELGOZY, Georges, Idem, p. 12.
- (61) VRIES, P. de, "Le bon usage de l'automation à bord des navires", Cahiers de l'Institut International d'Etudes Sociales, 1^è année, N° 2, janvier-mars 1967, p. 197-207.
- (62) MARSH, Peter, ("Robots see..."), p. 240.
- (63) "Robots join the labor force", Business Week, N° 2640, 9 juin 1980, p. 62-73.
- (64) "Robots join...", Op. cit., p. 73.

CHAPITRE 3

Où sont présentés les antécédents conjoncturels du débat actuel sur l'impact de la robotisation sur l'emploi; et discutés les biais propres à la discussion;

Où sont successivement présentés les trois scénarios du débat de l'automation: alarmistes prévoyant une catastrophe sur le marché de l'emploi, objectifs soucieux de dédramatiser le débat et optimistes confiants en les possibilités du génie humain;

Où la robotisation est discutée comme catalyseur de nouveaux besoins dans l'industrie, prémisse au développement rapide de l'industrie, facteur essentiel pour l'augmentation nette à long terme de l'emploi et du niveau de vie;

Où la robotisation est également discutée comme une menace à court terme pour l'emploi de travailleurs défavorisés, selon le rythme d'introduction des changements et la conjoncture prévalant dans l'économie.

ROBOTISATION ET SOCIETE DE TRAVAILLEURS -- LA CONTROVERSE DE L'EMPLOI

Aspect conjoncturel du débat

Pour espérer survivre, l'entreprise d'aujourd'hui doit demeurer concurrentielle dans un environnement souvent hostile: crise des ressources symbolisée par la flambée des prix du pétrole, récession à l'échelle mondiale inflation dans les deux chiffres, flambée des taux d'intérêt, etc. Dans de telles circonstances, réduction des coûts de production et gains de productivité conditionnent la réussite et l'utilisation de robots devient pour plusieurs un facteur clé dans la production efficace de biens et de services⁽¹⁾. Etant donné la disponibilité prochaine de robots de seconde génération aussi sophistiqués qu'efficaces et la baisse du coût de capitalisation en nouveaux équipements, la question du choix, par le détenteur du capital, entre l'immobilisation dans des machines ou le versement de salaires, se pose avec un bien-fondé dans un nombre grandissant d'entreprises et de secteurs industriels ou commerciaux. Les manufacturiers de robots, sentant le vent favorable, entendent d'ailleurs profiter de la situation, vérité que Larry Kamon, de la Unimation, exprime de façon assez crue:

"I'm in the business of replacing workers. Of course, we don't say that out loud when touring the shop floor, checking for spots for our robots."(2)

Le mouvement de robotisation massif des entreprises risque donc d'avoir des répercussions sur le marché du travail; il n'en faut pas plus pour relancer la crainte, dans les milieux concernés d'une vague de chômage massif à l'échelle du monde industrialisé.

"Productivity is a dark angel. It makes manufacturing more efficient and creates prosperity for the nation as a whole; but, at the same time, it can help swell the ranks of the unemployed."(3)

La phobie du licenciement massif de la main-d'oeuvre n'est pas un phénomène nouveau. La commercialisation rapide des ordinateurs au cours de la décennie 1955-1965 souleva en effet les appréhensions de plusieurs et lança un premier grand débat autour de l'impact du changement technologique sur l'emploi, avec en toile de fond une conjoncture économique défavorable et un taux de chômage élevé aux Etats-Unis⁽⁴⁾. Avec le retour à une prospérité économique relative de 1965 à 1975, la controverse fut reléguée au second plan. Elle refait toutefois surface depuis 1975, alors que s'accélère le rythme de changement technologique et que se détériore la situation économique de l'Occident⁽⁵⁾.

Introduction et biais du débat

Dans le débat classique sur l'automation des années 1965, trois thèses s'affrontent pour expliquer l'impact du changement technologique sur l'emploi:

- le scénario "pessimiste" voulant que l'automation affecte un grand nombre de travailleurs et occasionne un chômage massif;
- le scénario "objectif", pendant et contrepartie du précédent;
- le scénario "optimiste" voulant que l'automation entraîne, sur une base nette, une augmentation de l'emploi dans la société.

Dans le débat de la robotisation des années 1980, les mêmes thèses refont surface: la reprise actuelle de la discussion, en effet,

est encore trop récente et trop peu documentée pour permettre le développement de nouveaux arguments plus contemporains. Nous nous appliquerons donc à analyser un-à-un les scénarios du débat de l'automation des années 1960 en nous efforçant de les réévaluer, le cas échéant, à la lumière des tous derniers développements technologiques.

Notre analyse tentera de contourner certains biais qui, en raison de la grande complexité de la question, peuvent se glisser dans la discussion, rendant difficile la distinction entre vérité et fiction. Les uns versent ainsi souvent dans la généralisation excessive tandis que les autres s'attardent inutilement sur les détails⁽⁶⁾. De plus, les effets propres du changement technologique sont pratiquement impossibles à isoler, l'Histoire nous enseignant que l'automation vient rarement seule et implique souvent de nombreux réaménagements complémentaires au niveau de l'installation physique des équipements et du réseau d'interactions formelles et informelles entre travailleurs⁽⁷⁾. Les conséquences à long terme du phénomène se distinguent également des conséquences à court terme, attribuant parfois à un même changement des effets multiples et contradictoires dans le temps. L'analyse objective des faits, enfin, se heurte constamment à l'interférence qu'impliquent l'utilisation d'agrégats indicateurs -- le taux de chômage "officiel" reflète-t-il de façon fiable le nombre réel des sans-emplois au pays? -- et l'interprétation souvent teintée d'émotivité qu'en font certains intervenants. Notons à ce sujet le ton dramatique que dictent les hommes politiques lorsqu'ils s'impliquent dans le débat:

"La téléphoniste, l'agent d'assurances, l'ouvrier de l'industrie automobile ou de toute autre industrie où la technologie et les machines remplacent la main-d'oeuvre ne peuvent s'empêcher de craindre que leur emploi ne soit le prochain à être éliminé et, ce qui est encore plus grave, ils se demandent ce qu'ils pourront bien faire alors dans une société qui ne semble plus avoir besoin de leur compétence."

(Joe Clark, Chef de l'Opposition, Député de Yellowhead, Alberta)(8)

L'étude des effets de l'automation sur l'emploi se prête mal à un traitement scientifique et rationnel⁽⁹⁾. Pour cette raison, plusieurs aspects du problème nous apparaissent obscurs et nous ne pouvons toujours prendre en pleine connaissance de cause des décisions pourtant lourdes de conséquences!

"Les conséquences socio-politiques de l'automatique et de l'informatique ne sont pas plus prévisibles aujourd'hui que ne le furent hier les séquelles dévastatrices dûes aux nouveaux insecticides, ou les effets dits secondaires de médicaments trop héroïques."(10)

Le scénario pessimiste

Les "alarmistes", ou artisans du scénario pessimiste, tracent un sombre portrait de la société automatisée de demain, société rongée par un chômage massif et généralisé:

"L'automation intégrale entraînera, ultérieurement mais inévitablement, la disparition d'un grand nombre d'emplois dans le monde entier et de grandes transformations dans ceux qui demeureront."(11)

Leur thèse repose sur deux postulats:

- l'automation et le changement technologique toucheront un très grand nombre de travailleurs;
- la rapidité du phénomène provoquera une crise structurelle du chômage.

a) Ampleur du phénomène

Jusqu'au milieu de la décennie 1970, l'automation intégrale des méthodes de fabrication n'est le propre que des grandes entreprises, pour la plupart des multinationales opérant dans quelques secteurs du secondaire ou du tertiaire et ne représentant qu'un pourcentage modeste de l'emploi total. Dans l'ensemble, les nouvelles machines alors

implantées contribuent davantage à la réduction ou la modification de la charge de travail des salariés qu'à l'élimination de façon systématique des postes. La demande croissante pour une main-d'oeuvre hautement qualifiée capable de composer avec l'automation favorise également le prolongement du processus de formation académique et retarde d'autant l'entrée de nouveaux postulants sur le marché du travail, réduisant les risques de chômage⁽¹²⁾. L'ensemble de ces facteurs font que l'automation, somme toute, n'affecte qu'un nombre restreint de travailleurs.

Depuis quelques années toutefois on assiste à un renversement de la vapeur. La multiplication des mini et micro ordinateurs permet la mise au point de procédés automatiques flexibles et peu coûteux accessibles à un nouveau marché de PME, d'ou propagation rapide de la nouvelle technologie dans l'économie; les alarmistes ne s'étaient pas trompés en prévoyant un tel phénomène d'explosion subite de la demande.

On peut prévoir le même scénario pour la robotisation des années 1980: après une période transitoire d'accessibilité restreinte au marché des grandes entreprises, nous assistons maintenant à une explosion de la demande conformément aux indications du chapitre précédent. Dans de telles circonstances, les prévisions d'un optimiste comme Joseph Engelberger voulant que la robotisation n'affecte au plus, d'ici l'an 2000, qu'entre 2% et 5% de la main-d'oeuvre manufacturière du monde industrialisé⁽¹³⁾, apparaissent déjà totalement dépassées par la réalité nouvelle de 1980.

L'avènement des robots de seconde génération, la popularité croissante de la bureautique dans le secteur des services, l'accessibilité de la nouvelle technologie pour les PME et la croissance effrénée de la demande laissent entendre que la robotisation affectera un très grand nombre de travailleurs -- ou, pour être plus précis, de postes de travail -- dans une multitude d'entreprises et de secteurs industriels. La tendance des grandes entreprises à jouer leur croissance sur le réinvestissement des profits dans l'achat de nouveaux équipements plutôt que sur l'embauche massive de nouveaux travailleurs,

ne peut qu'accentuer le phénomène. Ceci favorise l'émergence, dans certains secteurs, de gros investisseurs et de faibles employeurs (industrie du gaz et des utilités publiques, exploitation agricole, etc.)⁽¹⁴⁾. Nous passons ainsi progressivement d'une société à forte concentration de main-d'oeuvre à une société à forte concentration de capital, avec ce que cela représente en temps d'impact sur l'emploi.

b) Crise structurelle du chômage

Le deuxième argument des alarmistes repose sur le premier: en raison de son caractère subit et général, l'automation crée un chômage massif dans plusieurs secteurs industriels. Les plus optimistes d'entre eux estiment que la part de la main-d'oeuvre manufacturière licenciée à moyen terme s'élèvera à 5%. Les plus pessimistes, dont plusieurs syndicats militants de Grande-Bretagne et d'Amérique, lancent sur la table des chiffres plus spectaculaires. Par exemple le "General Secretary of the Association of Scientific, Technical and Managerial Staffs" (Royaume-Uni), reconnu pour avoir récemment mené une campagne publicitaire contre l'automation sous le slogan "une puce⁽¹⁵⁾ élimine 800 emplois de bureau", évalue ainsi l'impact à moyen terme du changement technologique sur l'emploi en Grande-Bretagne⁽¹⁶⁾.

- secteur des transports et communications: baisse de 1,4 à 1 million (-28,6%);

- secteur du commerce de détail: baisse de 2,7 à 2 millions (-25,9%);

- secteur des banques, assurances et institutions financières: baisse de 1,1 à 0,78 million (-29,1%);

- secteur des services professionnels et scientifiques: baisse de 3,6 à 3,5 millions (-2,8%);

- secteur de l'administration publique: baisse de 1,9 à 1,7 million (-10,5%);

- autres secteurs: baisse de 2,2 à 2,1 millions (-4,5%).

Ailleurs, une étude réalisée pour le compte du gouvernement français prévoit une baisse de 30% de l'emploi occasionnée par l'automation dans les secteurs des banques et de l'assurance. Une autre étude réalisée pour le compte du gouvernement ouest-allemand prévoit une baisse de 40% de l'emploi col blanc dans les bureaux⁽¹⁷⁾. Un industriel britannique impliqué dans la manufacture de puces estime que de 1978 à 1981, l'automation aura sacrifié, en Grande-Bretagne, 1 million d'emplois dans le secteur manufacturier et 1,25 million dans le secteur du commerce, ainsi que modifié de façon significative les tâches de 3 millions d'autres travailleurs⁽¹⁸⁾. Des experts affirment que les robots "pensants" de seconde génération remplaceront, dans les usines, entre 65% et 75% de la main-d'oeuvre actuelle⁽¹⁹⁾, tandis que les plus alarmistes des alarmistes annoncent déjà l'avènement de sociétés occidentales où à peine les 0,2% de la population suffiront à produire l'ensemble des biens de consommation⁽²⁰⁾!

Toutes ces sombres prévisions trouvent leur justification dans le postulat voulant que l'introduction trop rapide du changement technologique occasionne un déficit de la balance nationale nette de l'emploi. Le rythme d'élimination des postes consécutive à l'automation dépasse de beaucoup les capacités de création d'emplois de la société⁽²¹⁾. Il en résulte un phénomène de chômage dit "technologique" de nature structurelle, à savoir susceptible d'affecter la configuration du marché de l'emploi et la demande de travail⁽²²⁾. Le remplacement de l'ouvrier par la machine sur des postes routiniers à l'usine ou au bureau provoque le licenciement de travailleurs non-spécialisés recrutés parmi les groupes sociaux les plus défavorisés: personnes âgées,

jeunes, femmes, minorités raciales, etc.⁽²³⁾. Le nouvel ordre industriel automatisé conditionne donc, par sa nature-même, une situation de chômage chronique⁽²⁴⁾.

A cette théorie alarmiste s'opposent deux réputations: l'une fondée sur l'évidence historique et soutenue par les tenants de la thèse objective, l'autre fondée sur le raisonnement logique et soutenu par les tenants de la thèse optimiste.

Le scénario objectif

Les tenants de la thèse objective, ou "objectifs", s'efforcent de démontrer qu'il n'existe aucune preuve indiquant que l'automation entraîne un chômage massif dans la société. Dès le début des années 1960, en effet, nombre d'économistes associés aux différentes administrations nationales ou aux organismes internationaux comme l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE) et l'Organisation Internationale du Travail (OIT), mènent une série d'études destinées à alimenter la discussion en faits objectifs. Ils espèrent ainsi "dédramatiser" le débat dans une Amérique confrontée à un problème de chômage élevé; les résultats de leurs recherches attribuent davantage cette mauvaise conjoncture à la faiblesse de la demande qu'à l'introduction du changement technologique⁽²⁵⁾. L'analyse qu'ils effectuent des données historiques jusqu'ici disponibles leur permet de réfuter les allégations des alarmistes en raison notamment⁽²⁶⁾:

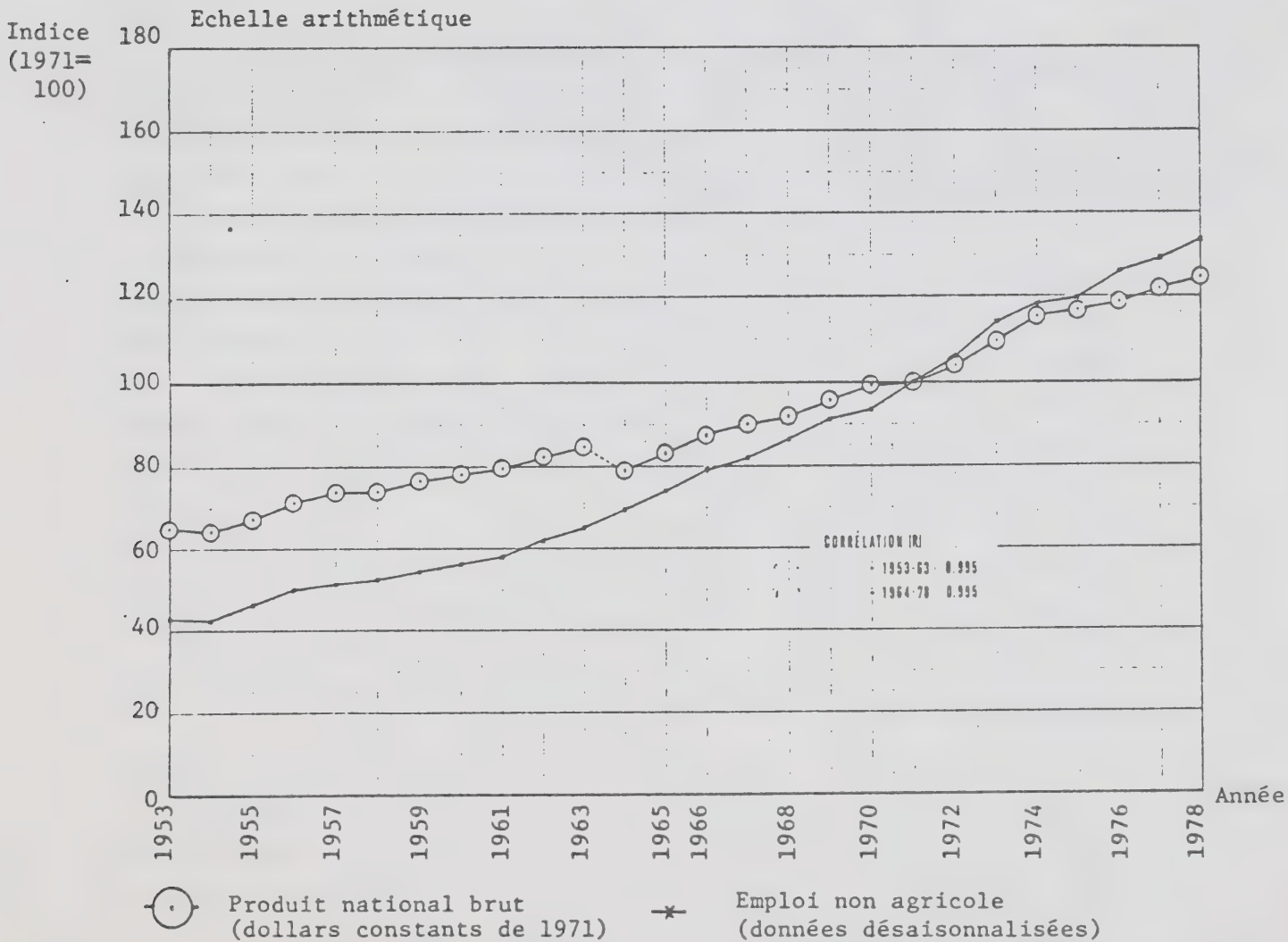
- de la croissance globale de l'économie;
- des modifications successives de la structure de la main-d'oeuvre.

a) Croissance globale de l'économie

De tout temps, santé économique implique un fort niveau d'embauche: la prospérité stimule la demande, qui stimule à son tour

DIAGRAMME 3

Evolution comparative du produit national brut et de l'emploi non agricole, Canada, 1953-1978



Note: la rupture de la série statistique observée pour l'emploi non agricole entre 1963 et 1964 est attribuable à un changement de définitions statistiques (i.e. exclusion de l'échantillon des gens âgés de 14 ans).

Sources: Statistique Canada, BSF 71-001;
Revue de la Banque du Canada.

l'offre, la production et l'emploi. Le Diagramme 3 illustre d'ailleurs de façon convaincante le lien historique entre ces deux variables. Or, en dépit de certaines fluctuations cycliques propres à toutes les économies mondiales, l'Occident connaît depuis la première révolution industrielle une croissance sans précédent. L'augmentation soutenue de la demande en biens de consommation a toujours su, sur la période, stimuler l'emploi de façon significative⁽²⁷⁾ et rien ne laisse croire que cet état de chose doive un jour changer.

b) Modification de la structure de la main-d'oeuvre

D'autre part, le développement rapide des sociétés industrielles se traduit, à compter du dix-neuvième siècle, par un déplacement progressif de l'emploi du secteur primaire vers le secteur tertiaire suivi par un déplacement parallèle de la demande de main-d'oeuvre⁽²⁸⁾. L'invention de machines mécaniques rendant possible un accroissement jusqu'alors impensable de la production, provoque une explosion de la demande de main-d'oeuvre ouvrière en usine qui draine peu-à-peu les campagnes au profit de villes à configuration tentaculaire. La concentration démographique autour des centres urbains nécessite à son tour le développement d'appareils administratifs élaborés et la création d'une "industrie" des services, stimulant ainsi la demande de main-d'oeuvre du secteur tertiaire. La vague d'automation qui suit la deuxième guerre mondiale renforce cette tendance en favorisant une réduction de la semaine de travail⁽³⁹⁾ et une augmentation du temps de loisir propice à "l'industrie" du divertissement et au secteur des services.

Le transfert progressif de la main-d'oeuvre du secteur primaire au secondaire et au tertiaire, illustré de façon claire au Tableau 5, a donc permis à notre monde d'absorber le choc du passage d'une société "col bleu" à une société "col blanc", sans avoir à en subir les contrechocs par une vague de chômage chronique⁽³⁰⁾.

La thèse des objectifs explique donc de façon probante le maintien d'un niveau de l'emploi satisfaisant dans le temps, en dépit

TABLEAU 5

Répartition de l'emploi entre les secteurs primaire,
secondaire et tertiaire, Canada, 1945-1980

(en pourcentage)

	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980
Secteur primaire(a)	28,3	23,7	N/D	14,8	11,3	9,7	8,2	7,3
Secteur secondaire(b)	31,5	31,7	N/D	32,1	30,3	28,8	28,2	25,6
Secteur tertiaire	40,2	44,6	N/D	53,1	58,4	61,5	63,6	67,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(a) Incluant le travail agricole;

(b) Incluant le secteur de la construction.

Source: Statistique Canada, BSF 71-001.

de l'introduction d'innovations technologiques aussi spectaculaires que l'ordinateur. Voici donc les alarmistes détroussés puisque la croissance de l'économie permet l'absorption de tout excédent de main-d'oeuvre, fût-ce parfois au prix de certaines mesures de transfert temporaires, de certains "déplacements" des travailleurs":

- attrition (ne pas combler les postes laissés vacants par les départs: décès, retraite, etc.);
- transferts latéraux (au sein du même département ou d'un département à l'autre d'une même entreprise);
- compression de la journée ou de la semaine de travail;
- licenciement reporté (advenant le cas, par exemple, d'une soudaine détérioration de la conjoncture économique);
- retraite anticipée;
- "mise sur tablettes";
- partage des tâches ("work swapping");
- etc.

Là où les alarmistes voient une rupture dans le processus d'évolution technologique, les objectifs voient une continuité; où ceux-ci annoncent une vague de chômage massif, ceux-là prévoient l'évènement contraire; à l'argument des premiers voulant qu'il existe un danger potentiel pour l'emploi de millions d'individus, les seconds rétorquent que "danger possible" n'équivaut pas nécessairement à "danger probable"⁽³¹⁾.

La réputation historique de la thèse des alarmistes présentée par les objectifs, pour valable qu'elle soit, se complète toutefois

d'une critique sévère au niveau de la logique même du raisonnement pessimiste. Cette critique nous provient du dernier groupe d'intervenants, les tenants de la thèse optimiste.

Le scénario optimiste

Reprenant le débat là où le laissent les objectifs, les "optimistes" s'efforcent de le pousser d'un cran par une étude des perspectives d'avenir fondée sur le "gros bon sens"! A leurs yeux, en effet, le scénario alarmiste ne peut survivre à ses propres incohérences!

Le Tableau 6 illustre le type de raisonnement que décrivent les optimistes: il s'agit d'une application à la situation canadienne en 1980 des différentes hypothèses de chômage associées au scénario alarmiste et exposées plus tôt dans ce chapitre. En vertu de ces hypothèses, le nombre des sans-emplois d'un Canada automatisé passerait de 868,000 à 945,000/2,021,000 et le taux de chômage de 7,5% à 8,2/17,5%, selon le "degré de pessimisme" exprimé. Puisque les hypothèses 1 et 3 du tableau ne s'appliquent qu'au seul secteur manufacturier et l'hypothèse 2 qu'au seul secteur des services, l'impact véritable du changement technologique impliquerait sans doute, une quelconque combinaison de deux ou plusieurs éventualités, avec la conséquence de gonfler encore davantage les chiffres du chômage. Dans le pire cas, ainsi (hypothèse 2 + 3), le nombre des chômeurs excéderait largement les trois millions et le taux de chômage la marque des 30%.

Manifestement, le raisonnement des alarmistes verse ici dans un simplisme presque grossier! Comment peut-on en effet "plaquer" l'exemple de pays étrangers comme les Etats-Unis et la Grande-Bretagne à la situation du Canada, qui possède sa structure de l'emploi propre et à certains égards unique? De même, comment peut-on compléter en quelques secondes un scénario qui, s'il devait se réaliser, demanderait plusieurs patientes décennies? Comment enfin peut-on extrapoler directement à partir de données historiques et ignorer les possibles effets d'accélération ou d'inhibition propres à une situation où

Impact de l'automation sur l'emploi au Canada,
hypothèses de travail

Structure de l'emploi au Canada en 1980 par secteur d'activité (a)	Hypothèse 1 (b)	Hypothèse 2 (c)	Hypothèse 3 (d)
<u>Population active (000)</u>	11 529	11 529	11 529
<u>Emploi (000)</u>			
- agriculture	481		
- autres ind. primaires	297		
- ind. manufacturières	2 106	2 029	953 - 1107
- construction	622		
- commerce	1 830	1 508	
- transports, communica- tions & autres utilités	901	644	
- finances, assurances et affaires immobilières	607	430	
- services	3 080		
- administration publique	737	659	
TOTAL: <u>Emploi (000)</u>	10 661	9 827	9 508 - 9 662
<u>Chômage (000)</u>	868	945	1 702
Taux de chômage (% population active)	7,5	8,2	14,8
			16,2 - 17,5

(a) Estimations désaisonnalisées sur la moyenne de l'année; source: Statistique Canada, BSF 71-001P;

(b) Chômage affectant 5% de la main-d'oeuvre manufacturière directe (cols bleus);

(c) Chômage affectant les travailleurs de certaines industries dans les proportions suivantes:
transport: 28,6%; commerce de détail: 25,9%; banques et institutions financières: 29,1%
administration publique: 10,5%;

(d) Chômage affectant entre 65 et 75% de la main-d'oeuvre d'usine directe.

l'hypothèse de linéarité des phénomènes n'est pas applicable?

Plus que tout autre, l'exemple précédent illustre la faiblesse fondamentale du raisonnement alarmiste, soit le fait d'ignorer les effets positifs de l'automation susceptibles de contre-balancer ses effets négatifs, notamment au niveau:

-de la croissance de secteurs industriels spécifiques;

-de l'émergence de nouveaux besoins sur le marché.

a) Croissance de secteurs industriels spécifiques

Lorsqu'elle franchit avec succès l'étape de la commercialisation, l'innovation technologique soutient diverses industries de pointe qui contribuent souvent fortement à l'emploi⁽³²⁾. La diffusion de l'ordinateur par exemple, a contribué à l'essor formidable de l'informatique, tant aux niveaux du hardware que du software. Ce secteur doit d'ailleurs composer actuellement avec une pénurie de main-d'oeuvre spécialisée (programmeurs, techniciens, etc.). Le Japon, bien qu'étant de toute évidence l'un des pays les plus "robotisé" au monde, connaît présentement de sérieux problèmes d'approvisionnement en ressources humaines avec en 1980, un taux de chômage d'à peine 2%⁽³³⁾! Alex C. Main, parlant de l'effort américain de robotisation des entreprises, conclut ainsi que:

"Keeping America in the forefront of industrial technology is one of the best ways of assuring high employment and this country's economic well-being in years to come."⁽³⁴⁾

b) Emergence de nouveaux besoins sur le marché

Imaginons une entreprise opérant seule sur un marché sans cesse stagnant. La demande étant fixe, tout gain de productivité au niveau de la production ne peut se traduire que par une diminution de l'emploi. Il en est de même à l'échelle de la société: si les formidables gains de productivité dont ont bénéficié, au cours des derniers siècles, les

Etats-Unis ne s'étaient accompagnés d'une augmentation de la production, le nombre des sans-emplois se serait élevé, dans ce pays, à 41 millions en 1960⁽³⁵⁾.

L'Histoire nous enseigne que le développement technologique suscite toujours davantage de nouveaux besoins et de nouvelles aspirations qu'il ne réussit jamais à en satisfaire⁽³⁶⁾. Il permet ainsi la relance de la demande pour de nouveaux biens de consommation et stimule la croissance de l'économie en général et de nombreux secteurs industriels en particulier. Loin de forcer le chômage massif, la première révolution a au contraire contribué au formidable développement des pays de l'Occident; sans elle, il nous aurait été impossible d'atteindre le niveau de vie actuel et des millions d'emplois dans une diversité de secteurs n'auraient jamais vu le jour⁽³⁷⁾. Comment, en effet, aurait-il alors été possible...

- que pratiquement chaque foyer possède son téléviseur noir et blanc, puis son téléviseur couleur?
- que l'ordinateur mette en contact les célibataires à la recherche de l'âme soeur?
- que la calculatrice devienne, en l'espace d'une décennie, un bien de consommation courante à la portée de tous?
- que le four micro-ondes passe de la table de laboratoire à la table de cuisine?
- que la demande de remplacement pour les chafnes stéréophoniques excède la demande initiale d'équipement pour les chafnes monophoniques?
- que l'invention du transistor donne naissance à l'industrie du radio portatif?

- que l'industrie de l'électronique de récréation connaisse, en l'espace de quelques années, un essor phénoménal?

- etc.

Il y a toujours plus à la thèse des optimistes. Poussant l'argumentation à la limite, ceux-ci estiment que non contente de ne pas occasionner le chômage massif, l'automation entraine, à long terme, une augmentation du solde net de l'emploi! De tout temps, les frontières de l'imagination créatrice constituent en effet la seule contrainte à la découverte et à la commercialisation de nouvelles applications technologiques. Au même titre que la mécanisation d'hier, l'automation d'aujourd'hui et la robotisation de demain rendront possible une augmentation de la production qui n'aura d'égale que l'augmentation de la consommation⁽³⁸⁾.

Parce que les besoins de l'homme sont illimités⁽³⁹⁾, et parce que la demande pour les biens de consommation ne plafonnera qu'au jour lointain où l'homme estimera avoir atteint les limites du confort, il n'y a pas lieu de craindre pour les conséquences à long terme de l'automation sur l'emploi dans nos sociétés. Faisons confiance au génie humain: il saura toujours imaginer de nouvelles façons de satisfaire nos aspirations!

Robotisation: oui mais...

Quel jugement pouvons-nous dégager de cette analyse des thèses en présence dans le débat de l'automation? L'évidence historique démontre clairement que dans l'ensemble et à long terme, les craintes de chômage massif occasionné par l'automation exprimées par les alarmistes s'avèrent exagérément pessimistes. D'une part en effet, et tel que démontré par les objectifs, elles ne se fondent sur aucune évidence historique; d'autre part et tel que soutenu par les optimistes, elles ignorent la contribution du phénomène à la relance de la demande, de la production et de l'emploi. De toute évidence, les mêmes conclusions

s'appliquent à la robotisation qui, en définitive, risque de résulter bien plus en une augmentation qu'en une diminution de l'emploi sur une base nette.

Est-ce à dire que le scénario pessimiste, totalement erroné, s'avère non-fondé de la première à la dernière ligne? Eh bien! La réalité n'est pas si simple. L'Histoire nous enseigne en effet que l'introduction d'un changement technologique important visant le remplacement de l'homme par la machine, provoque généralement à court terme une variété de conséquences propres à chaque situation. On peut regrouper ces conséquences en quatre grandes catégories.

Dans un premier temps, les contrecoups du changement technologique sont souvent subis plus durement par certains individus que par d'autres: sont ainsi davantage passibles de licenciement ou de déplacement les moins éduqués/qualifiés, les "jeunes" manquant d'expérience, les "vieux" trop proches de la retraite, la femme dans certains secteurs, les immigrants, les membres d'une communauté ethnique, etc.

Deuxièmement, certaines entreprises éprouvent plus de difficultés que d'autres à s'adapter au changement, souvent en raison de la résistance opposée par le personnel de direction. Par exemple les cadres de la société Fisher, un manufacturier d'appareils stéréophoniques, ont fermement et jusqu'à la dernière minute lutté contre le transfert massif dans l'industrie, vers 1960, des vieilles lampes à iode vers les nouveaux transistors. Forcée par la concurrence la firme a dû céder et le rattrapage lui fut pénible mais la Fisher a joué de chance: elle a survécu là où plusieurs ont péri...

Troisièmement, le changement technologique affecte plus directement certaines catégories de travailleurs⁽⁴⁰⁾. En stimulant la production de masse, les machines à vapeur du XIX^e siècle ont pratiquement tué toute forme de production artisanale⁽⁴¹⁾, privant ainsi de débouché un grand nombre de travailleurs artisans naguère haut placés dans l'échelle sociale. Plus près de nous, l'adoption par la

plupart des grands éditeurs de journaux du monde, des plus récentes techniques automatiques de photocomposition a pratiquement rayé de la carte le métier de typographe.

Le changement technologique, enfin, peut frapper des industries entières de façon particulièrement brutale. L'industrie de la lampe à iode -- pour reprendre l'exemple des années 1960 cité plus haut -- a été submergée en quelques années par la vague des nouveaux transistors sans guère avoir eu le temps de réagir! Le développement de modes de transport rapides et flexibles a peu à peu relégué le rail au second plan dans le domaine du fret, avec pour conséquence de l'élimination aux Etats-Unis d'un million d'emplois dans ce secteur de 1940 à 1960⁽⁴²⁾. Lorsqu'il frappe ainsi une industrie, le changement technologique affecte souvent différents secteurs connexes tant en amont (fournisseurs) qu'en aval (clients et/ou utilisateurs conjoints)⁽⁴³⁾.

Chômage sectoriel

Le changement technologique, en dépit de ses conséquences positives sur l'emploi à long terme, provoque donc à court terme un chômage "sectoriel" qui ne frappe qu'un nombre limité d'individus dans des classes spécifiques. Cette réalité, n'étant pas reflétée par les indicateurs-agrégats comme le taux de chômage, passe ainsi souvent inaperçue. De plus, cet effet négatif de l'automation est souvent camouflé ou reporté dans le temps par le biais de mesures temporaires de compensation pour les individus touchés: primes au déplacement, licenciement retardé, etc. Au Japon par exemple, tout travailleur victime d'un déplacement technologique se voit octroyer la sécurité d'emploi à vie; dans de telles circonstances, l'individu est artificiellement maintenu à son poste ou bénéficie d'un droit d'embauche prioritaire, ce qui lève d'importantes barrières à l'entrée pour les nouveaux arrivants sur le marché du travail et occasionne une nouvelle forme de chômage "indirect":

"Therefore the problem becomes not the worker who is fired but the worker who is not hired. The unions call this silent firing."(46)

Ces conséquences néfastes sur l'emploi à court terme sont également le propre de la robotisation. Elles risquent de prendre des proportions inquiétantes si, tel que redouté par les alarmistes:

- le rythme d'implantation du changement technologique dépasse un certain "seuil d'absorption" critique;
- une conjoncture économique défavorable retarde la croissance de la consommation et de la production.

Seuil d'absorption critique

La robotisation massive de l'appareil de production en biens et services laisse présager une possible et prochaine révolution industrielle. Advenant une telle éventualité, l'application trop rapide et trop large de la nouvelle technologie risque de rompre le fragile équilibre du marché de l'emploi et avec lui celui de la société dans son ensemble⁽⁴⁵⁾. L'impossibilité de reclasser, à temps la main-d'oeuvre déplacée par le phénomène créera des "poches" de chômage selon le degré de qualification⁽⁴⁶⁾, hypothéquant du coup la stabilité même de l'ordre social: écart grandissant entre riches et pauvres, émergence progressive d'une classe de jeunes chômeurs défavorisés, déficit accru du système public de paiements de transfert (assurance-chômage, bien-être social), etc.

"L'exemple des Etats-Unis, ou la "révolution technologique" est la plus avancée, montre qu'on ne peut ouvrir à la légère, sans de graves risques, la boîte de Pandore de l'automation. Son introduction doit être préparée, contrôlée avec un soin

minutieux, planifiée en fonction de l'économie globale d'une nation, les prévisions concernant le marché intérieur et le commerce international."(47)

Mauvaise conjoncture économique

D'autre part, un ralentissement économique marqué risque d'entraver à court terme le fonctionnement de la chaîne économique classique⁽⁴⁸⁾:

$\nearrow \text{technologie} = \nearrow \text{offre} = \searrow \text{prix} = \nearrow \text{ventes} = \nearrow \text{production} = \nearrow \text{emploi}$

En période de récession en effet, la satisfaction des nouveaux besoins éveillés par l'automation peut être reportée dans le temps à cause d'une détérioration temporaire du pouvoir d'achat des consommateurs, d'où une croissance mitigée de la demande et des conséquences encore obscures sur l'emploi. De plus, l'entreprise robotisée placée dans le contexte d'une stagnation économique a tout loisir de licencier une partie de son personnel sans obligation de réembaucher une fois la relance venue, les robots pouvant à eux-seuls effectuer les travaux supplémentaires exigés par la reprise éventuelle de la production⁽⁴⁹⁾. Nous évoluons ici en terrain spéculatif puisqu'il n'existe pas sur ce point d'évidence historique sur laquelle fonder notre analyse:

"Jusqu'à présent, les techniques modernes ont toujours trouvé un terrain économique favorable et n'ont pas subi l'épreuve d'une grave crise."(50)

La situation actuelle peut donc se résumer à l'image d'une fusée qui tient l'air tant qu'elle subit la poussée de son accélération; tout ralentissement signifie sa chute. Il en est de même pour l'économie: tout arrêt de la croissance implique presque nécessairement une catastrophe au niveau de l'emploi⁽⁵¹⁾.

En résumé, le problème de l'impact du changement technologique sur le marché du travail ne se pose donc pas tant à long qu'à court terme et la perspective d'une augmentation nette de l'emploi au bout de

la ligne ne constitue pas la garantie suffisante d'une transition heureuse et sans heurt dans l'immédiat d'une société automatisée à une société robotisée.

"... on peut d'ores et déjà penser qu'il sera possible de résoudre au mieux les problèmes des travailleurs touchés par l'évolution technique et de procéder aux aménagements nécessaires en gaspillant le moins possible de ressources de main-d'oeuvre, sous réserve que certaines conditions soient remplies, en particulier un niveau élevé de l'emploi et de la croissance économique, l'échelonnement des innovations techniques sur des périodes relativement longues, une étude préalable et une information satisfaisantes, des consultations et une coopération appropriées entre les employeurs, d'une part, et les travailleurs et leurs syndicats, de l'autre, ainsi que l'organisation du marché de l'emploi. (...) Il n'est pas impossible, toutefois, que ce pronostic doive être révisé le jour où la plus grande partie de la main-d'oeuvre manuelle sera touchée par l'automation et où celle-ci s'appliquera à une plus vaste gamme de tâches non manuelles. Une telle révision s'imposerait d'autant plus si le rythme des innovations techniques devait s'accélérer fortement ou si la situation économique devait se dégrader."(52)

Avant de discuter de la possibilité de contrôler le rythme d'implantation de la nouvelle technologie dans l'industrie ou des mesures nécessaires au maintien d'une conjoncture économique stable et saine dans nos sociétés, nous devons poursuivre notre étude du phénomène. Si en effet la robotisation constitue une menace à court terme pour certains travailleurs, il importe de les identifier et de déterminer en quoi ils peuvent être affectés. C'est là l'objet du chapitre suivant, portant sur les qualifications de la main-d'oeuvre.

REFERENCES

- (1) MORTIMER, John, "Britain must use robots, not try to make them", The Engineer, 125^e année, Vol. 251, N° 6485, 10 juillet 1980, p. 12s.

- (2) "In robotics, simplicity is the key", American Machinist, Vol. 123, N° 3, mars 1979, p. 84s.
- (3) VALERY, Nicholas, Op. cit., p. 70.
- (4) HAMILTON, Bob, Op. cit.
- (5) SADLER, Philip, "Automation and Europe", New Scientist, Vol. 80, N° 1130, 23 nov. 1978, p. 597, 599.
- (6) MOWSHOWITZ, Abbe, The conquest of will: information processing in human affairs, Chap. 5: "The changing character of work", Reading, Mass., Addison-Wesley, 1976, 365 p.
- (7) HOFFMAN, L. Richard et Floyd C. MANN, Idem.
- (8) Compte rendu officiel des débats de la Chambre des Communes du Canada, Ottawa, Editeur de la Reine du Canada, Vol. 124, N° 190, 1^è session, 32^e législature, le jeudi 14 mai 1981, p. 9587.
- (9) ROSE, J., Utilisations et conséquences de l'automatisation, Collection "Science-Poche", N° 21, Paris, Dunod, 1970, 146s.
- (10) ELGOZY, Georges, Idem, p. 19.
- (11) VRIES, P. de, Loc. cit.
- (12) BUCKINGHAM, Walter, Automation, its impact on business and people, Chap. 6: "The great employment controversy", New York, Toronto, Londres, Mentor Executive Library books, 1961, 176p.
- (13) Selon La Rand Corporation et J. Engelberger; BYLINSKY, Gene, MUNSON, George E., Op. cit.
- (14) "Western countries face "jobless growth"", The Metropolitan Toronto Business Journal, Vol. 68, N° 7, juillet./août 1978, p. 30.
- (15) On entend par "puce" les microcircuits faits de silicone qui remplacent les transistors dans les calculatrices de poche, mini ordinateurs, etc.
- (16) PIDGON, Andy, "What's the truth?", Data Processing, Vol. 22, N° 1, décembre 1979/janvier 1980, p. 10s.
- (17) GAYMAN, Arden, "Technology no villain", Office Equipment & Methods, Vol. 26, N° 1, janvier/février 1980, p. 8.
- (18) "Western...", Op. cit.
- (19) "Robots join...", Op. cit.

- (20) REZLER, Julius, Automation & Industrial labor, chap 3: "Employment, unemployment and automation", New York, Random House, 1969, 224p.
- (21) CASNER-LOTTO, Jill, "Robots expected to boost productivity; labor unions accept use with caution, insist on job security as condition", World of Work Report, Vol. 5, N° 3, mars 1980, p. 17, 21s.
- (22) REZLER, Julius, Idem.
- (23) ROSE, J. (Utilisations...) Idem.
- (24) TOFFLER, Alvin, La 3ème vague, Paris, Denoel, 1980, 623p.
- (25) BOWEN, Howard R. et Garth L. MANGUM, Automation and economic progress, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1966, 170p.
- (26) Bureau International du Travail, Répercussions sociales de l'automation et des autres progrès de la technique (Rapport VI de la 57è session de la Conférence internationale du travail, tenue à Genève en 1972), Genève, 1972, 78p.
- (27) Organisation de Coopération et de Développement Economiques, Automation, progrès technique et main-d'oeuvre (Rapport final de la Conférence européenne, tenue à Zurich du 1er au 4 février 1966), Paris, O.C.D.E., 1966, 159p.
- (28) ROSE, J., (Utilisations...) Idem
- (29) FRIEDMANN, Georges, (Industrial...) Idem.
- (30) SELIGMAN, Ben B., Idem.
- (31) TERBORGH, George, The Automation Hysteria, New York, Norton & Company Inc., 1966, 103p.
- (32) PASTRE, Olivier et Joelle TOLEDANO, Op. cit.
- (33) DU BOIS, Peter C., Op. cit.
- (34) "Mechanical persons find jobs", Automotive News, 54è année, 29 janvier 1979, p. 8, 16.
- (35) BUCKINGHAM, Walter, Idem.
- (36) ELGOZY, Georges, Idem.
- (37) "Robots join...", Op. cit.

- (38) SELIGMAN, Ben B., Idem.
- (39) ELGOZY, Georges, Idem.
- (40) WIENER, Hesh, "The robots are here, but are they helping?", Business and Society Review, N° 35, automne 1980, p. 34-38.
- (41) ROSE, J., Anatomie et physiologie de l'automatisation, Collection "Science-Poche", N° 20, Paris, Dunod, 1970, 175p.
- (42) BUCKINGHAM, Walter, Idem.
- (43) BUCKINGHAM, Walter, Ibidem.
- (44) BUCKINGHAM, Walter, Idem, p. 109.
- (45) HOFFMAN, L. Richard et Floyd C. MANN, Idem.
- (46) PASSET, René, Problèmes économiques de l'automation, Paris, Editions Montchrestien, 1957, 165p.
- (47) FRIEDMANN, Georges, Le travail en miettes -- spécialisation et loisirs, Collection "Idées", Paris, Gallimard, 1964, p. 209.
- (48) BUCKINGHAM, Walter, Idem.
- (49) RUSSAKOFF HOOS, Ida, Automation in the office, Washington, D.C., Public Affairs Press, 1961, 138p.
- (50) Bureau International du Travail, (Répercussions...) Idem, p. 15.
- (51) BUCKINGHAM, Walter, Idem.
- (52) Organisation Internationale du Travail, Travail et automation -- Cahier No 5: l'automation et les travailleurs non manuels, Bureau International du Travail, Genève, 1967, p. 122s.

CHAPITRE 4

Où les effets de polarisation de l'automation sur la structure des qualifications de la main-d'oeuvre sont distingués des effets d'élimination systématique de postes non qualifiés propres à la robotisation;

Où les effets de la robotisation sur la main-d'oeuvre dans son ensemble sont décrits à l'effet d'une amélioration des conditions physiques du travail, d'une altération de la nature des tâches et d'exigences contradictoires en termes de mobilité interne ou externe de la main-d'oeuvre.

ROBOTISATION ET SOCIETE DE TRAVAILLEURS --

QUELQUES CONSIDERATIONS QUALITATIVES SUR L'ENSEMBLE DE LA MAIN-D'OEUVRE

S'il est vrai que la robotisation affecte davantage certaines catégories de travailleurs que d'autres, il importe de savoir lesquelles afin de dégager par la suite une vue d'ensemble des effets du changement technologique sur la main-d'oeuvre en général. A ce propos, la très grande majorité d'intervenants consultés établissent un lien entre les effets du changement technologique et le degré de qualification des individus concernés. Or, nous le verrons, ce lien a sensiblement changé tant avec le passage d'une société mécanisée à une société automatisée qu'avec le passage d'une société automatisée à une société robotisée.

Automation et qualifications de la main-d'oeuvre

L'impact de l'automation sur les qualifications de la main-d'oeuvre a fait l'objet de nombreuses discussions au cours du grand débat des années 1960, mais contrairement à la question de l'emploi, elle a suscité une relative unanimité. En effet, en dépit d'une complexité grandissante des procédés et d'une augmentation du degré de raffinement dans les produits grâce à la nouvelle technologie, on constate alors de façon générale une polarisation au niveau des exigences de qualifications requises de la main-d'oeuvre⁽¹⁾. Avec l'avènement des nouvelles machines, d'une part, se multiplient les postes de conception, de design du système, de programmation des équipements ou de maintenance spécialisée qui requièrent un degré de qualifications relativement élevé. Simultanément, d'autre part, on assiste à l'émergence d'un grand nombre de postes de soutien aux nouvelles technologies qui ne demandent qu'un degré de qualifications relativement faible.

Illustrons cette situation par un exemple typique: l'introduction d'un ordinateur dans une entreprise mécanisée. L'arrivée

de la machine crée de nouveaux besoins en main-d'oeuvre, puisqu'il faut des programmeurs, des informaticiens, des ingénieurs spécialisés pour en assurer le bon fonctionnement. On doit également embaucher un certain nombre de travailleurs peu qualifiés pour alimenter la machine en cartes perforées lui permettant d'effectuer ses opérations quotidiennes. Si l'entreprise procède au recrutement interne, les ouvriers de qualifications intermédiaires sont désavantagés par rapport à leurs confrères situés à l'une ou l'autre extrême de l'échelle des qualifications. Certains d'entre eux, en effet, ne possèdent pas les compétences nécessaires pour occuper un des nouveaux postes de qualifications élevées débloqués par l'arrivée de la machine. A l'image de certaines localités minières confrontées à l'épuisement du filon, ces travailleurs se trouvent littéralement frappés d'obsolescence⁽²⁾. S'ils refusent de suivre un programme de recyclage souvent intensif, ils risquent d'être assignés à des postes de support et de voir leur statut relatif diminué par rapport à leurs confrères plus qualifiés et par rapport aux nouveaux travailleurs embauchés spécifiquement par l'entreprise pour opérer avec la nouvelle machine.

Cet exemple peut être transposé intégralement au niveau de l'ensemble de la main-d'oeuvre. L'automation favorise la création de deux groupes de travailleurs distincts: au haut de la pyramide, un petit nombre d'ouvriers spécialisés et au bas une masse d'individus peu qualifiés. Ce phénomène s'accompagne d'une élimination progressive des postes de qualification intermédiaire. Ainsi plusieurs travailleurs risquent d'en souffrir, soit par des mises à pied, soit par des licenciements impliquant un recul du statut relatif, soit par la perte de droits acquis tant en terme monétaires que non monétaires (salaire, ancienneté accumulée, etc.). Les plus vulnérables d'entre eux sont traditionnellement identifiés comme les moins instruits, les moins expérimentés ou à l'inverse, les plus proches de la retraite, les immigrants et, de façon plus spécifique dans les bureaux, les femmes⁽⁴⁾. Souffrant d'un handicap lorsqu'appelés à concurrencer leurs collègues plus qualifiés et n'étant pour la plupart pas syndiqués, ces

individus se retrouvent souvent démunis, sans défense, face aux servitudes que leur impose l'automation.

Le phénomène de polarisation des qualifications frappe autant l'usine que le bureau. Dans ce dernier cas, l'introduction des nouvelles technologies et en particulier de l'ordinateur, sonne le début d'une vague de "factorisation" du travail. La plupart des postes de soutien comme la perforation des cartes, par exemple, adoptent en effet le principe du travail à la chaîne, à l'exemple des usines du secteur manufacturier. Il en résulte donc une diminution progressive de l'écart entre les postes cols bleu et cols blanc, alors que la discrimination traditionnelle entre travail manuel et non-manuel fait peu à peu place à une discrimination fondée sur le degré de qualification. Il en résulte, à moyen et long terme, une redéfinition de la hiérarchie sociale du travail, alors qu'on assiste par exemple à l'émergence d'une nouvelle classe "d'artisans" constituée des programmeurs et concepteurs des nouvelles machines automatiques⁽⁵⁾.

Robotisation et qualifications de la main-d'oeuvre

Pour plusieurs individus, l'automation résulte en une démotion dans la carrière⁽⁶⁾, une diminution du statut professionnel et social et, à la limite, une baisse du salaire relatif. Pour plusieurs autres, la robotisation se traduit purement et simplement par le licenciement.

De par sa nature même, le robot est idéalement conçu pour opérer avec efficacité des tâches routinières ou répétitives tant sur la chaîne de montage en usine qu'au bureau. Qui plus est pour ces mêmes tâches, le robot surpasse grandement l'homme qui ne représente plus un élément compétitif valable. La robotisation massive de l'industrie anticipée aux chapitres précédents risque donc de se traduire à plus ou moins brève échéance par l'élimination rapide des postes n'exigeant qu'un degré de qualifications relativement faible, et par une augmentation relative constante des exigences de qualification pour tous les autres postes.

TABLEAU 7

Emploi dans l'administration publique fédérale
dans les régions métropolitaines,
Canada, 1970-1977

	Septembre 1970			Septembre 1977	
	Nombre	%		Nombre	%
<u>Postes spécialisés:</u>					
Direction scientifique et professionnelle	12 488	8,0	} 28,8%	20 922	7,6
Administrative et service extérieur	19 331	12,4		42 769	15,4
Technique	13 016	8,4		20 884	7,5
<u>Postes non-spécialisés:</u>					
Soutien administratif	43 999	28,2	} 61,5%	63 983	23,1
Exploitation	51 827	33,3		71 689	25,9
<u>Autres:</u>	14 866	9,6		56 675	20,5
TOTAL:	155 527	100,0		276 924	100,0

Source: Statistique Canada, BSF 72-205.

De toute évidence, ce mouvement est déjà amorcé. Si nous étudions par exemple, l'emploi dans l'administration publique fédérale canadienne dans les régions métropolitaines (Voir Tableau 7), nous observons, de 1970 à 1977, une légère augmentation du nombre de postes à degré de qualification élevé accompagné d'une nette diminution du nombre de postes à degré de qualifications faible. De même, si nous considérons le niveau d'instruction de l'individu comme une des nombreuses mesures de son degré de qualifications, nous observons au Tableau 8, une très nette augmentation du degré de qualification de l'ensemble de la population active de 1960 à 1980, accompagnée d'une augmentation du chômage pour les individus les moins qualifiés.

L'élimination progressive des postes peu qualifiés dans l'industrie occasionne évidemment une diminution des opportunités d'emploi à ce niveau et menace de chômage les individus déjà en place dans les entreprises à de tels postes. Il peut s'agir, dans les bureaux par exemple, des sténographes, des préposés au classement (filières), des opérateurs de machines spécifiques et de nombreux commis autrefois affectés, dans les secteurs comme l'assurance ou les banques, à des tâches arithmétiques répétitives⁽⁷⁾. Appelés à concurrencer pour le maintien de leur emploi des robots beaucoup plus efficaces qu'eux, ces individus ne jouissent pas d'une position de négociation très confortable; la plupart du temps, ils doivent céder et s'affichent comme les grands perdants du progrès technologique.

"It [the automatic factory and assembly line without human agents] gives the human race a new and most effective collection of mechanical slaves to perform its labor. Such mechanical labor has most of the economic properties of slave labor... However, any labor that accepts the conditions of competition with slave labor accepts the conditions of slave labor, and is essentially slave labor..."⁽⁸⁾. (Selon Norbert Wiener, reconnu mondialement comme le père de la cybernétique.)

A l'autre extrême de l'échelle des qualifications toutefois, la situation est fort différente. Les opportunités d'emploi sont en effet

TABLEAU 8

Chômage et degré d'instruction
de la population active, Canada, 1960-1980

	Pourcentage de la population active		Pourcentage des chômeurs	
	1960	1980	1960	1980
<u>Degré d'instruction:</u>				
0 - 8 années(a)	45,3	16,1	70,1	21,9
études secondaires(b)	46,2	53,8	28,5	60,8
études post-secondaires sans	4,0	19,6	} 1,4	13,7
degré universitaire obtenu(c)	4,5	10,6		3,7
TOTAL:	100,0	100,0	100,0	100,0

(a) Cours primaire complet, incomplet ou moins;

(b) Cours secondaire complet ou incomplet;

(c) Etudes complétées ou non.

Source: Statistique Canada, BSF 71-001 et 71-505F.

très nombreuses pour les travailleurs les plus qualifiés comme les programmeurs ou les concepteurs de systèmes robotisés. On estime d'ailleurs que la demande actuelle pour une telle main-d'oeuvre excède de beaucoup l'offre. Voilà un bel exemple de la différence au niveau de l'impact de la robotisation selon le sous-groupe de travailleurs affecté:

"Employment does not appear to have been affected adversely on the aggregate, although the occupations skills of employees working with the new technology, and of those whose activities relate to the function performed by the new technology, has been altered. Inevitably, some occupations are being eliminated, and some, such as computer programmers and other computed related occupations, are being added. Some employees are being displaced fully, while others are being trained in whole or in part to perform functions that relate to new technology."(9).

. Les effets de la robotisation ne se limitent donc pas à des considérations quantitatives comme le nombre de chômeurs, tel qu'analysé au chapitre 3: il y a aussi un impact qualitatif notable sur la structure de la main-d'oeuvre, tel que nous venons de le voir. Cet impact se fait également sentir dans trois autres domaines, à savoir les conditions du travail, la nature des tâches et la mobilité de la main-d'oeuvre.

Conditions du travail

De manière générale, la plupart des intervenants consultés s'entendent sur l'effet positif de la robotisation sur les conditions du travail. En confiant à une machine les tâches les plus routinières, les plus répétitives et les plus abrutissantes, tant à l'usine qu'au bureau, l'homme peut se libérer de certaines des servitudes de l'esclavage associées à la mécanisation ou à l'automation⁽¹⁰⁾. Avec une semaine de travail plus courte et l'avènement de certaines formules de partage du travail ("worksharing") le travailleur peut songer à consacrer une part plus grande de son temps et de ses énergies à des activités plus créatrices comme le loisir⁽¹¹⁾.

De même lorsqu'encore à son poste, l'homme peut bénéficier de meilleures conditions de travail grâce au robot. Dans les usines, en particulier, les robots peuvent prendre à leur charge et à la place de l'homme des tâches risquées impliquant la manipulation de matériaux dangereux ou l'opération dans des conditions de santé hasardeuses: bruit, gaz toxiques, etc. . Dans l'ensemble, le travail en usine peut ainsi être rendu plus "supportable" pour l'homme tout en contribuant efficacement à l'amélioration de la qualité de vie au niveau de l'ensemble de la société.

"Known for his views on the social consequences of robot factories, Engelberger said robots would provide greatly increased productivity and there's a "high likelihood" that they could some day bring on the 20 hour week, eliminate all our air and water pollution and make other great social contributions."(12)

Nature des tâches

La robotisation ne se contente toutefois pas de modifier l'environnement physique du travail: elle altère en effet la nature de la tâche. L'avènement de la "cérébrofacture" associé à la deuxième révolution industrielle causée par la robotique, risque d'avoir autant de conséquences sur la tâche que n'en a eues l'avènement de la "mécano-facture" associée à la première révolution industrielle⁽¹³⁾. Parce que, tel que démontré par l'histoire, il apparaît plus simple et plus rentable aux détenteurs du capital d'adapter l'humain à la technique que d'adapter la technique à l'humain⁽¹⁴⁾, l'avènement de nouvelles machines correspond généralement à l'avènement de nouveaux travailleurs. Avec la robotisation, l'individu voit se modifier l'articulation et l'organisation des tâches entre elles⁽¹⁵⁾. Il doit maintenant composer avec la machine à son travail et la considérer comme un élément supplémentaire essentiel dans son milieu. De simple, son environnement physique devient ainsi beaucoup plus complexe. Ceux d'entre nous qui ont déjà eu à subir une expérience similaire impliquant le transfert de la technologie comprendront à quel point il est

différent et souvent plus difficile de travailler avec que sans une machine.

Mobilité de la main-d'oeuvre

La plupart des experts sur le sujet estiment que les possibles effets négatifs de la robotisation sur le chômage seront grandement atténués grâce au déplacement des travailleurs d'un poste à l'autre dans la même entreprise ou d'une entreprise à l'autre. De tels déplacements impliquent toutefois une mobilité latérale de la main-d'oeuvre très élevée. Les indicateurs décrivant l'ensemble de la population et qui sont des données agrégées, indiquent qu'une telle mobilité existe sur le marché du travail mais il ne s'agit là que d'une illusion puisque les chiffres globaux cachent des tendances individuelles qui s'annulent en s'additionnant.

Le handicap au niveau de la qualification que supportent les travailleurs défavorisés que nous avons identifiés précédemment, ainsi que le relèvement généralisé des normes d'embauche dans les entreprises soucieuses d'améliorer leur productivité, limitent la mobilité des individus et compliquent grandement le processus de déplacement. Plusieurs, d'autre part, refusent de sacrifier les avantages acquis à leur poste précédent et qui ne sont pas toujours transférables -- on pense ainsi à l'exemple des fonds de retraite. Le déracinement inconsidéré de certains travailleurs forcé par la robotisation implique donc bien souvent pour ceux-ci une période plus ou moins longue de chômage transitoire marqué par des recherches infructueuses pour trouver du boulot. Les compensations monétaires consenties par l'entreprise ou le gouvernement (primes au déplacement, assurance-chômage, etc.), ne réussissent pas toujours à vaincre le découragement, la remise en question et, à plus ou moins court terme, la dégradation de la situation économique de l'individu et de sa famille (17).

On le voit donc, la robotisation affecte de façon tantôt positive et tantôt négative les individus. Pour plusieurs, elle

implique une amélioration notable des conditions de travail. Elle fournit à d'autres de nombreuses et intéressantes opportunités d'emploi. Aux derniers, cependant, aux travailleurs les moins qualifiés et les plus vulnérables à la concurrence de la machine pour certains postes spécifiques, elle ne promet que des déplacements trop souvent douloureux ou, de façon plus dramatique, le chômage. Les uns comme les autres, en tant qu'individus, doivent en subir toutes les conséquences physiologiques ou sociologiques. Ce sujet fort controversé fait l'objet de notre étude dans le prochain chapitre.

REFERENCES

- (1) Bureau International du Travail, (Répercussions...), Idem.
- (2) VALERY, Nicholas, Op. cit.
- (3) SELIGMAN, Ben B., Idem.
- (4) WEINER, Hesh, Op. cit.
- (5) FRIEDMANN, Georges, (Industrial...), Idem.
- (6) "The robot in...", Op. cit.
- (7) PEITCHINIS, Stephen G., The effect of technological changes on educational and skill requirements of industry, Rapport de recherche dans le cadre du programme des études sur les innovations techniques, Ottawa. Direction de la technologie, Ministère de l'Industrie et du Commerce, avril 1978, 272p.
- (8) SELIGMAN, Ben B., Idem, p. 164.
- (9) PEITCHINIS, Stephen G., Idem, p. 18s.
- (10) Bureau International du Travail, (Répercussions...), Idem.
- (11) GOCHIN, Roger, "The skills required for change", Industrial and Commercial Training, Vol. 11, N° 12, déc. 1979, p. 502s.
- (12) CALLAHAN, Joseph M., "Robots set for automotive assault", Automotive Industries, Vol. 158, N° 7, mai 1978, p. 38.

(13) ELGOZY, Georges, Idem.

(14) Notons d'ailleurs la vitesse avec laquelle les ingénieurs d'aujourd'hui s'empressent "d'enrichir" la tâche des robots, comparativement à la lenteur avec laquelle on en a fait de même par le passé pour l'homme; VALERY, Nicholas, Op. cit.

(15) PASTRE, Olivier et Joelle TOLEDANO, Op. cit.

(16) SELIGMAN, Ben B., Idem.

(17) BUCKINGHAM, Walter, Idem.

CHAPITRE 5

Où la robotisation est analysée en fonction d'un certain nombre de facteurs de l'aliénation; désignée comme un élément d'amélioration des conditions physiologiques du travail; et identifiée comme source possible d'une détérioration de la santé psychologique de l'individu;

Où est située la place du travail dans la vie de l'homme; et sont décrites les conséquences physio- et psychologiques du chômage;

Où sont envisagées les possibles répercussions de la robotisation sur les institutions sociales et sur l'équilibre entre travail et loisir;

Où la question de la robotisation soulève le problème de la définition du caractère unique de l'homme dans l'univers; et pose d'embêtants problèmes d'éthique quant à la place du robot dans la société de demain.

QUELQUES CONSEQUENCES PHYSIO- ET PSYCHOLOGIQUES DE LA ROBOTISATION SUR L'INDIVIDU

Facteurs d'aliénation

Dans le débat de l'automation des années 1960 puis dans celui de la robotisation des années 1980, une bonne partie des discussions se concentre autour d'une question de fond à savoir si le changement technologique constitue oui ou non un facteur positif pour la santé physio- et psychologique de l'individu au travail. Cet aspect du problème, en raison de sa complexité et de la rareté de données objectives basées sur des expériences scientifiques, se prête mal à une analyse froide et rationnelle, d'autant plus que le sujet en lui-même stimule l'émotivité.

Pour faciliter l'analyse, nous établirons notre recherche en fonction d'un certain nombre de facteurs d'aliénation généralement reconnus comme une mesure plus ou moins fiable de la satisfaction de l'individu à son travail. Parmi ces variables citées par John Shepard et Samuel Walters, nous retenons:⁽¹⁾ - le sentiment de puissance ou d'impuissance face à une situation donnée; - le sentiment de faire ou non un travail ayant un sens; - le degré de contrôle de l'individu sur sa tâche; - la variété des tâches; - le degré d'interaction du travailleur avec ses collègues; - la liberté de mouvement; - le stress ressenti par le travailleur à son poste. Le lecteur trouvera au Tableau 9 l'essentiel de nos conclusions quant au potentiel d'aliénation véhiculé tant par l'automation que la robotisation.

Conséquences physiologiques

Nous avons vu au chapitre précédent que la robotisation modifie l'environnement physique du travail. Dans l'usine automatisée on retrouve les contremaîtres de production supervisant le travail de nombreux individus affectés à des tâches répétitives, littéralement agglutinés à la ligne d'assemblage et totalement dépendant dans leurs

TABLEAU 9

Automation, robotisation et aliénation des travailleurs

	Automation	→	Robotisation
<u>Facteurs d'aliénation (niveau):</u>			
sentiment d'impuissance face à une situation donnée	fort		faible
impression de réaliser un travail significatif	faible		fort
degré de contrôle de l'individu sur sa tâche	faible		fort
variété des tâches	faible		????
interactions entre le travailleurs et ses collègues	faible		faible
liberté de mouvement du travailleur à son poste	faible		fort
stress ressenti par le travailleur	fort		faible

mouvements des machines avec lesquelles ils doivent travailler. Dans le bureau "automatisé", de même, un certain nombre de chefs de service supervisent le travail d'une masse de commis col blancs affectés à des tâches de routine (poinçon de cartes, classement, opérations arithmétiques comptables) et confinés chacun à leur espace de travail, à leur petit bout de pupitre.

L'implantation des robots élimine une bonne part des tâches répétitives tant à l'usine qu'au bureau et ouvre de nouveaux débouchés pour une gamme de postes d'entretien, de maintenance, de supervision des machines devenues autonomes. Les travailleurs affectés à ces nouveaux postes évoluent dans un environnement beaucoup plus stimulant que leurs prédécesseurs sur la ligne d'assemblage. Forts d'un degré de contrôle accru sur leurs tâches, ils se sentent moins dépendants de la machine, ce qui se traduit dans les faits par une liberté de mouvement accrue. Imaginons en effet le travail sur une chaîne d'embouteillage. Avant la robotisation, une machine automatique aveugle remplit d'elle-même les bouteilles vides. Si l'une des bouteilles s'avère hors position, le travail risque d'être mal fait, le liquide gaspillé, l'opération de la chaîne ralentie ou entravée, bref il peut en résulter des dégâts matériels importants. On assigne donc un travailleur à la surveillance de la chaîne: à longueur de journée, il regarde défiler des bouteilles, prêt à intervenir en cas d'urgence. Ce travailleur remplace littéralement les yeux de la machine et se trouve rivé à son poste, privé de toute sa liberté de mouvement, contraint à une tâche routinière et abrutissante. Arrive la robotisation qui remplace la machine automatique aveugle par un robot d'embouteillage sophistiqué capable de détecter de lui-même toute anomalie dans la position des bouteilles sur la chaîne et de la corriger avant la catastrophe. Cette machine "voit" d'elle-même, elle n'a plus besoin des yeux substitués d'un homme. L'homme jadis affecté à la tâche abrutissante de surveillance des bouteilles peut être réaffecté ailleurs dans l'usine à une tâche vraisemblablement plus enrichissante.

A la lumière de cet exemple, il apparaît -- et il est d'ailleurs généralement reconnu dans le milieu -- que la robotisation peut constituer un élément non négligeable d'enrichissement des tâches:

"The most desirable job in the plant is taking care of a robot," Engelberger says. "If you look at job enrichment, what does it mean? It means getting a job that's unstructured. If your job is structured - if you're obliged to do the same thing every minute or every two minutes or every hour - it certainly lacks enrichment." "(2)

D'autre part, le travail de surveillance ou de maintenance de robots implique une fatigue morale et une tension nerveuse beaucoup moins grande que le travail de maintenance sur une machine automatique. Illustrons ceci par un autre exemple. Vous êtes au volant de votre voiture; vous savez que toute erreur de votre part peut se traduire par un accident. La gravité d'un tel événement est très grande puisque vous pouvez y laisser la vie. Par contre, vous exercez un contrôle complet et constant sur l'opération de la voiture: il en résulte un niveau de stress relativement bas vous permettant à vous comme à des milliards d'individus de par la planète à effectivement pouvoir conduire sans grande fatigue votre voiture. Vous voici maintenant au volant d'une voiture qui se conduit d'elle-même sous le contrôle d'un ordinateur. Cet ordinateur "connait" la configuration de la route et peut vous mener en toute sécurité à votre destination dans des conditions d'opération normales. Advenant toutefois le cas où un obstacle imprévu se dresse sur votre route, vous devez intervenir et corriger la situation à la place de l'ordinateur. Le degré de gravité associé à une erreur est tout aussi élevé que dans le premier cas; par contre le contrôle que vous exercez sur la voiture est de beaucoup réduit et il en résulte une augmentation du niveau de stress. Cet exemple illustre le passage d'un mode d'opération mécanisé à un mode d'opération automatisé ⁽³⁾. Vous voici enfin au volant d'une autre voiture, robotisée celle-là. La voiture est équipée de senseurs qui lui

permettent de "voir" ou de "sentir" tous les obstacles se présentant sur sa route. Elle peut véritablement se conduire d'elle-même, sans accident, dans des conditions imprévues. Le degré de gravité demeure inchangé mais vous exercez sur le véhicule par l'intermédiaire du robot un degré de contrôle relativement élevé. Votre stress diminue. Voici l'exemple du passage d'un mode d'opération automatisé à un mode d'opération robotisé. La Figure 4 illustre grossièrement notre propos à savoir que le travailleur affecté à la maintenance d'un robot n'est pas soumis à la fatigue, à la tension nerveuse ou au stress cumulatif associés à la maintenance d'une machine automatique.

Conséquences psychologiques

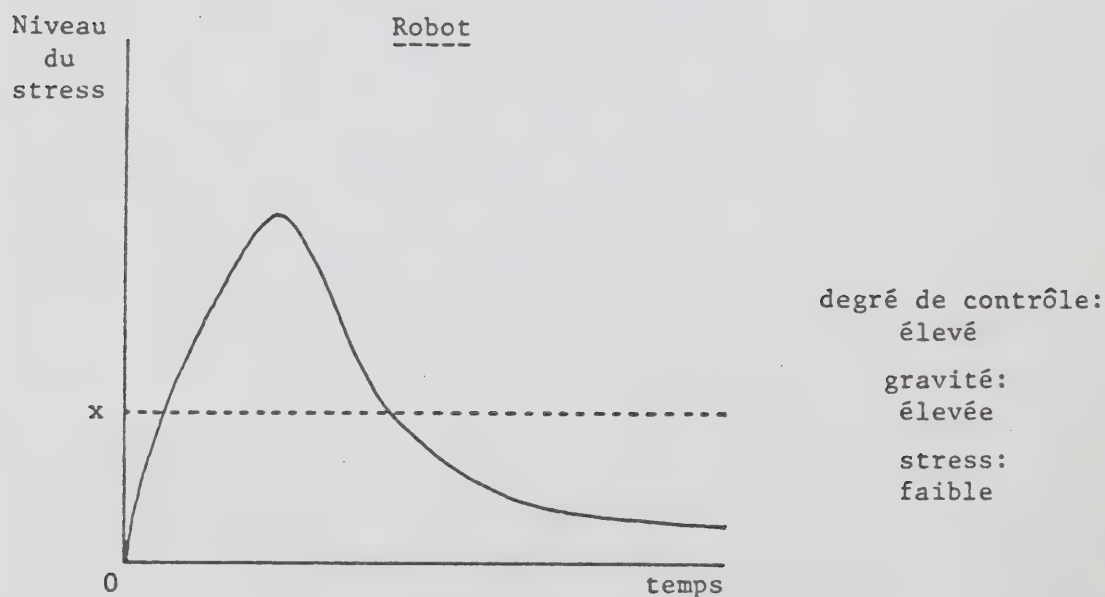
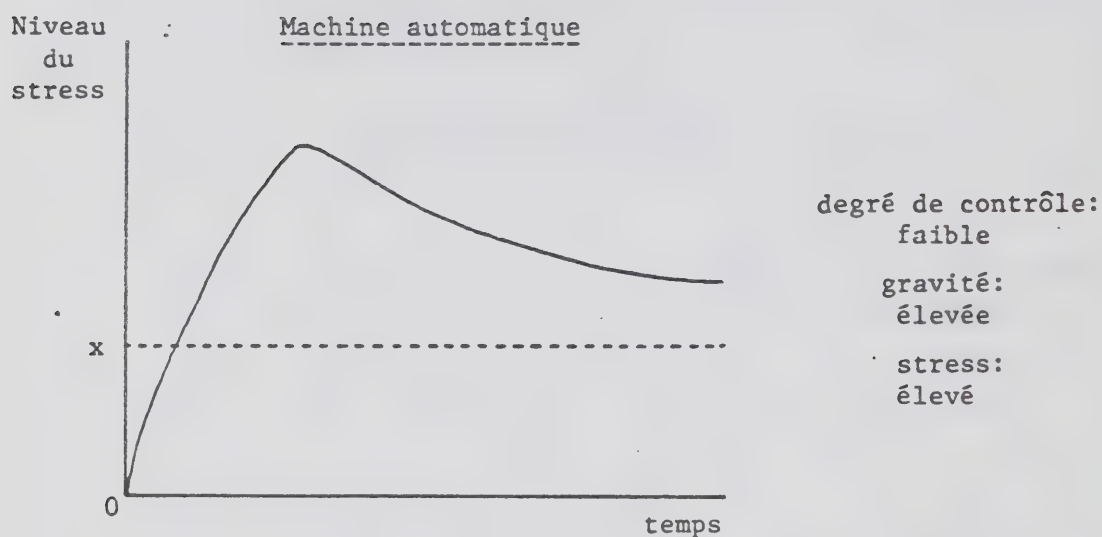
Travailler avec un robot n'est toutefois pas une tâche exempte de servitudes.

D'une part en effet, la fréquence des interactions du travailleur avec ses collègues se trouve sensiblement réduite par l'implantation des robots dans l'entreprise. Cette dernière s'accompagne généralement d'une réduction des effectifs humains et, tel que nous l'enseigne l'analyse combinatoire, par une réduction des interactions possibles entre travailleurs. Dans bien des cas de plus, l'arrivée du robot signifie la disparition des équipes de travail au profit d'individus relativement isolés les uns des autres. D'autre part, l'individu appelé à inter-agir avec une machine perd généralement et progressivement le contact direct avec la matière. Toute manipulation du produit, par exemple, s'effectue par machines interposées. Dans ces circonstances, l'homme risque de passer de l'univers de la réalité à l'univers des signes et des symboles, ce qui dans certains cas provoque l'angoisse⁽⁴⁾.

De manière générale, les travailleurs appelés à fonctionner dans un environnement robotisé doivent composer avec un sentiment d'anonymat et de solitude physique et mentale accrue⁽⁵⁾. On peut croire à première vue que chacun réagissant en fonction de son caractère propre, il soit impossible de généraliser à partir de là. Or, l'expérience montre que

FIGURE 4

Mesure du stress associé à la surveillance
d'un robot et d'une machine automatique



x : seuil critique de résistance au stress à long terme.

certaines réactions standards sont suffisamment répandues pour nous permettre de faire certaines observations. En effet..

"People have a basic tendency to remain people, behaving and responding in similar ways, whether they work on automated lines or not."(6)

Dans de telles circonstances, nous pouvons conclure que la robotisation, même si elle permet une amélioration appréciable de l'environnement et du travail, constitue un facteur d'aliénation potentielle pour l'individu puisqu'elle éveille en lui, dans les cas extrêmes et tel que démontré par l'expérience, des tendances suicidaires ou auto-destructrices⁽⁷⁾.

Effets psychologiques des déplacements

En dehors de son impact quotidien sur la vie des travailleurs, la robotisation exige un réajustement important de l'individu lorsque celui-ci doit subir des déplacements occasionnels. On sait, en effet, que le rythme du changement technologique s'accélère de plus en plus et que la durée de vie d'une machine avant qu'elle ne devienne désuète par rapport à une autre plus récente, ne cesse de raccourcir. Parallèlement, la "durée de vie" d'un travailleur à son poste avant qu'il ait à subir des changements majeurs occasionnés par l'implantation de nouvelles technologies diminue toujours. Certains experts entrevoient déjà la nécessité pour les travailleurs de demain d'épouser des profils de carrière polyvalents et multidisciplinaires où le recyclage occasionnel jouera un rôle important. Si tel est le cas, on peut prévoir pour des millions d'individus ayant à subir de tels changements, des moments de stress intenses associés à la période de formation, voire même à la période de chômage intérimaire d'un emploi à l'autre. Il en résultera vraisemblablement pour plusieurs une douleur, une misère pénibles à supporter.

"Nonetheless, industrial workers will continue to feel substantial and sometimes traumatic impacts, including the need to learn new skills from jobs with different responsibilities, and the necessity of relocating to other plants or to other parts of the country."(8).

Révolution du travail

Ces différents impacts physio- et psychologiques de la robotisation sur l'individu ne constituent en fait que quelques facettes d'un même problème. L'avènement d'une deuxième révolution industrielle, en effet, risque de bouleverser autant l'industrie en terme de productivité que le travail lui-même, le marché du travail et la société dans son ensemble.

L'histoire nous enseigne que le développement technologique et l'avènement d'une nouvelle forme de travail sont des phénomènes à la fois parallèles et inter-reliés, tel qu'illustré au schéma de la Figure 5. Dans une première phase de son histoire correspondant à la période pré-industrielle, l'humanité s'affaire directement par l'agriculture ou l'élevage à modifier l'état de la nature pour assurer sa subsistance. Le travail humain se résume alors essentiellement à une lutte contre les éléments, caractéristique qui forge une condition sociale particulière avec des institutions bien définies comme la famille, le village, etc.⁽⁹⁾.

La première révolution industrielle, née en Angleterre mais rapidement répandue à travers le monde, bouleverse cet état de chose dès le dix-huitième siècle. On assiste en effet au bourgeonnement d'usines fondées sur le principe de la production en série et de la division du travail. Avec la dégradation de la situation économique des paysans imputable en partie à des facteurs conjoncturels (mauvaises récoltes, etc.), on assiste à l'émigration des individus de la campagne vers les villes et à la disparition des systèmes de travail à domicile ("putting out system"). Pour la première fois avec l'usine, l'homme quitte son milieu familial pour travailler, ce qui entraîne bientôt une dissociation du travail par rapport aux autres aspects de sa vie. Le

phénomène s'accroît et la parcellarisation du travail entraîne peu à peu une parcellarisation des institutions sociales. La famille se voit retirer une à une ses fonctions de socialisation avec, après l'avènement de l'usine monopolisant le travail, la création d'écoles monopolisant la fonction d'éducation des enfants et la mise sur pied éventuelle d'établissements de divertissement (cinéma, club sportif, etc.), s'accaparant d'une partie de la fonction du loisir⁽¹¹⁾.

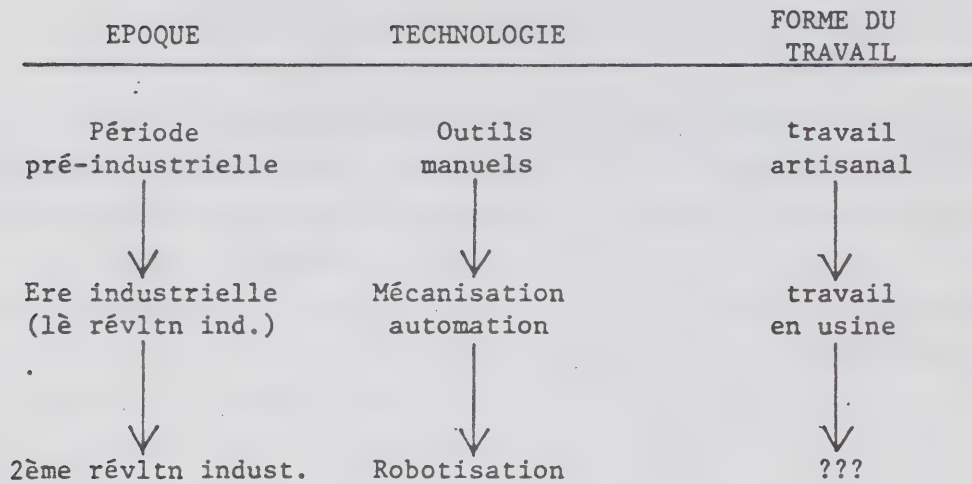
Impact de la robotisation sur les institutions sociales

A l'aube d'une deuxième révolution industrielle occasionnée entre autres par la robotique, nous pouvons nous interroger à savoir quel sera l'impact de cette dernière sur nos institutions sociales. Au risque de nous perdre en conjectures, il nous est déjà possible d'entrevoir les changements qui nous attendent.

L'avènement des robots dans l'entreprise, tant à l'usine qu'au bureau, exige de la main-d'oeuvre un niveau de qualifications très élevé, tel qu'indiqué au chapitre 4. Pour le personnel déjà en place, cela signifie l'avènement de carrières multidisciplinaires. Pour les futurs postulants sur le marché du travail, cela implique une formation particulière intégrant la notion du changement technologique. Dans un cas comme dans l'autre, on peut prévoir une réforme majeure de l'école en tant qu'agent de formation technique et sociale. On estime déjà dans certains milieux informés, que le mariage de la télématique et de la robotique permettra la mise sur pied prochaine de systèmes de formation à domicile utilisant l'appareil téléviseur comme terminal d'ordinateur. Le même phénomène est susceptible de se produire au travail, alors que de plus en plus d'individus n'auront plus besoin de se déplacer pour effectuer certaines tâches. Ils pourront les accomplir directement de chez eux par l'intermédiaire de leur téléviseur, se voyant conférer un nouveau statut d'"artisan", à la faveur de la naissance des "cottage industries". On peut imaginer les modifications profondes des relations industrielles, sociales et familiales qu'impliqueront de tels changements. Il est probable qu'en plus de nos institutions, nos

FIGURE 5

Evolution historique du développement
technologique et de la forme du travail



chaînes de valeurs, nos perceptions et nos conventions sociales aient à s'adapter à la situation nouvelle. Les conséquences pour l'individu de toutes ces transformations demeurent encore obscures en raison du caractère trop récent du phénomène de la robotisation. Nous pouvons déjà envisager cependant d'importantes modifications au niveau de deux variables clés, soit la place du travail dans la vie de l'individu et l'équilibre entre travail et loisir.

Place du travail dans la vie de l'individu

Plusieurs intervenants dans le débat soucieux de contrer l'apparente "nostalgie" manifestée par certains sociologues face à la belle époque du travail artisanal, s'efforcent de démontrer que de tout temps le travail n'a constitué pour l'homme qu'un fardeau. Certes, il est vrai qu'au travail s'associe un élément de contrainte, ne serait-ce que par la mobilisation du temps-énergie humain qu'il implique. Il y a cependant beaucoup plus au travail qu'une simple contrainte. Il constitue, en effet, un ciment indispensable dans la vie d'un individu, ciment qui relie entre elles la politique, la science, l'art, la religion et les autres valeurs de la société dans laquelle nous évoluons tous⁽¹²⁾. Le travail fournit de plus à l'homme une base de référence relativement stable autour de laquelle il peut organiser sa vie d'individu et sa vie de membre d'une communauté⁽¹³⁾. Tel qu'exprimé par Freud:

"...le travail lui-même est bien souvent, lorsqu'il correspond à un certain engagement et à une certaine coopération de la personnalité, bien autre chose et bien plus qu'une activité contrainte, exercée en vue de but pratique. Il constitue alors un important facteur d'équilibre et d'épanouissement pour l'individu, dont il assure l'insertion dans le réel et particulièrement, dans toute une gamme de collectivités économiques et sociales allant de l'équipe jusqu'à la société globale, en passant (...) par l'atelier, l'entreprise, la profession organisée, le syndicat."⁽¹⁴⁾.

Ce facteur étant connu, peut-on déduire l'impact de la robotisation sur la signification perçue du travail de l'individu ? Bien sûr, les ouvriers les plus qualifiés situés au haut de la pyramide sociale et bénéficiant le plus du changement technologique, tireront vraisemblablement de leur travail toute la satisfaction nécessaire à leur épanouissement personnel. A l'opposé, qu'en sera-t-il des ouvriers les moins qualifiés, déplacés par l'automation dans les emplois peu valorisant où ils n'ont pas trouvé par le passé les éléments de défi susceptibles de stimuler leur accomplissement ? Qu'advient-il de ces individus affectés à des tâches insignifiantes et intégrés dans un système contre lesquelles ils ne peuvent lutter que par des actions de "sabotage": absentéisme, roulement, grève, etc.? Ceux d'entre eux qui ne pourront profiter de la robotisation pour grimper dans l'échelle hiérarchique du travail à des postes relativement peu qualifiés seront vraisemblablement acculés au chômage avec tout ce que cela implique en termes de conséquences psychologiques.

Conséquences psychologiques du chômage

L'abrutissement associé à un travail répétitif privé de sens ne se compare en rien à la torpeur psychologique associée au chômage. De l'avis de la plupart des intervenants consultés en effet un travail, aussi avilissant soit-il, c'est déjà beaucoup mieux que pas de travail du tout ! Alors que le travail fournit à l'individu une base de référence stable sur laquelle orienter sa vie, le chômage éveille chez lui une instabilité émotionnelle très forte trahie par certains symptômes particuliers: distorsion de la perception du temps, complexe d'infériorité face à la famille et à la société, et, dans certains cas extrêmes, panique éveillant des tendances suicidaires ou un sentiment de révolte potentiellement dangereux⁽¹⁵⁾. On a qu'à penser à la récente flambée de violence qui a secoué l'Angleterre impliquant une masse de jeunes gens sans emploi, acculés au désespoir, pour mesurer le potentiel destructeur, tant pour l'individu que pour la société dans son ensemble, que représente le chômage.

"La privation de travail, en même temps qu'elle constitue pour le chômeur une répression sociale, engendre, au bout d'un certain temps, "une sorte d'intoxication" qui exige une complète réhabilitation. La privation prolongée du travail est véritablement une menace pour la santé mentale de l'individu."(16).

Civilisation des loisirs

A ces critiques, les partisans de la robotisation intégrale de l'industrie opposent l'argument voulant qu'à la nécessité du travail se substitue progressivement, avec le changement technologique, l'avènement d'une "civilisation des loisirs". Deux facteurs nous incitent cependant à émettre des réserves face à cette hypothèse.

Premièrement, l'évidence historique nous enseigne que travail et loisirs sont des réalités étroitement liées et difficilement dissociables. Des experts comme Georges Friedmann estiment en effet que l'homme hérite de loisirs à l'image de son travail: à travail avilissant, loisir avilissant. A son avis, la multiplication de divertissements axés sur le sexe, la violence ou le défoulement (spéculation, excitants de toutes sortes, etc.) traduit l'abrutissement dont sont encore victimes bon nombre de travailleurs affectés à des tâches répétitives dans une société automatisée⁽¹⁸⁾. Dans d'autres cas, le loisir s'avère complètement passif -- vient ici à l'esprit la caricature du "consommateur" de divertissements, écrasé devant son téléviseur une moyenne de plusieurs heures par jour! La question du loisir se résume donc essentiellement à une question du travail et la menace que fait peser la robotisation sur certains individus en terme de valorisation du travail s'applique vraisemblablement autant au niveau du loisir.

Deuxièmement, l'avènement d'une "civilisation des loisirs" destinée à fournir à l'homme tous les éléments d'une vie meilleure⁽¹⁹⁾, nous est annoncé depuis bien longtemps. Pourtant le phénomène se fait encore attendre. Il semble en effet que les sociétés occidentales ne soient guère prêtes à adopter le nouveau mode d'existence prévu par ces scénarios. La majorité des travailleurs du monde industriel sont encore formés à "l'éthique protestante", en vertu de laquelle le travail

constitue la véritable seule activité sérieuse, travail étant ainsi implicitement entendu comme toute activité rémunérée par opposition à loisir⁽²⁰⁾. Bien qu'une lente "éducation des loisirs" s'affaire à modifier cet état de chose, l'avènement de la civilisation des loisirs, pour théoriquement possible qu'il soit, ne nous apparaît guère pratiquement probable à court terme.

Interactions homme-machine

Le dernier effet de la robotisation sur l'individu en tant qu'entité psychologique se situe à un niveau plus universel, à savoir au niveau de la définition même de l'homme. Nous avons vu en effet que le travail joue un rôle important tant dans le self-esteem de l'individu que dans son intégration à la société et à ses institutions. Cela revient à dire que le travail constitue l'un des éléments propres à l'homme. Avec le temps et le développement de sociétés valorisant le travail, l'homo-sapiens, ou être capable d'idées abstraites et de raisonnement, devient l'homo-faber à savoir être créateur d'outils, homme au travail⁽²¹⁾. L'activité distingue l'homo-faber de l'animal, espèce inférieure incapable de travail⁽²²⁾.

Or, la montée de robots intelligents dans l'industrie déplace l'homo-faber: autrefois situé au centre du travail, il se retrouve maintenant à la périphérie, affecté au soutien d'une machine qui effectue désormais le travail⁽²³⁾. Dans ces circonstances, le self-esteem de l'homme en prend un dur coup. A la limite, c'est la définition même de l'homme que la robotisation remet en question. Parce qu'elle est capable de travail et parce qu'elle même capable de rudiments d'intelligence, la machine peut de moins en moins être distinguée de l'homme, ce qui signifie que l'homme n'est plus homme ou pire encore, que la machine est homme. Symboliquement, le Dieu Créateur voit son invention gagner sa propre autonomie et lui voler un à un ses attributs!

S'il est vrai que l'homme puise dans son caractère d'entité unique dans l'univers son sens de l'intimité et du respect de

lui-même⁽²⁴⁾, le changement technologique constitue pour lui une menace ou à tout le moins un facteur de changement, de perturbation, de remise en question. Ainsi, tel que l'indique Herbert Simon:

"The definition of man's uniqueness has always formed the kernel of his cosmological and ethical systems. With Kopernicus and Galileo, he ceased to be the species located at the centre of the universe, attended by sun and stars. With Darwin, he ceased to be the species created and specially endowed by God with soul and reason. With Freud, he ceased to be the species whose behavior was -potentially- governable by rational mind. As we begin to produce mechanisms that think and learn, he has ceased to be the species uniquely capable of complex, intelligent manipulation of his environment."(25)

Rassurons-nous, le développement de l'intelligence artificielle n'en est encore qu'à ses débuts et l'homme peut s'assurer d'être à ce jour infiniment supérieur à la machine... Bien que pour certaines tâches il ne fasse plus le poids: tâches automatiques, répétitives ou monotones. Avec l'accélération du changement technologique toutefois, on peut vraisemblablement croire que l'homme devra de plus en plus "courir après sa propre définition" au rythme auquel celle-ci reculera devant les attributs sans cesse croissants de machines à "l'appétit dévorant". Pas étonnant que la science fasse peur et suscite chez certains des résistances!

Problèmes d'éthique

Dans de telles circonstances, il n'est pas étonnant que l'avènement de nouvelles machines capables de rudiments de pensée soulève de sérieux problèmes d'éthique. Les robots d'aujourd'hui sont pratiquement capables de décision et de jugement. Qui ne nous dit pas qu'ils seront demain susceptibles de création artistique? Par exemple, devrions-nous, en tant qu'humains, permettre à une machine d'écrire une symphonie, fut-elle plus harmonieuse, plus belle que n'importe quelle oeuvre de Beethoven?

Il y a déjà quelques décennies, Isaac Asimov fascinait le monde

de la science-fiction par ses histoires de robots. Dans l'un de ses romans, il établit trois lois de la robotique, constituant pour la machine des règles d'opération absolues ne pouvant en aucun cas être violées:

1- "A robot may not injure a human being or, through inaction, allow a human being to come to harm."

2- "A robot must obey orders given to it by human beings, except where such orders would conflict with the first law."

3- "A robot must protect its own existence, except where such protection would conflict with the first or second law."⁽²⁶⁾.

Ces lois inspirées d'un problème d'éthique peuvent nous paraître purement fantaisistes. Certains informaticiens très sérieux estiment pourtant que le moment est venu d'édicter de telles lois pour les ordinateurs d'aujourd'hui. Le fantastique est désormais à notre porte, alors que nous passons du monde de la fiction au monde de la réalité!

Conclusions préliminaires: chapitres 2, 3, 4, 5

Après une analyse de l'état de l'art et des conséquences possibles de la robotisation sur l'ensemble de la main-d'oeuvre et sur les individus en particulier, nous pourrions tirer les conclusions préliminaires suivantes. L'implantation des robots à l'usine, au bureau ou au foyer permet des gains de productivité très appréciables pouvant mener à une amélioration certaine du niveau de vie individuel et collectif, de même qu'à une augmentation à long terme du solde net de l'emploi par la création de nouveaux besoins de consommation. Parce que cependant elle oppose à une expansion industrielle fondée sur la base morale de la nécessité du travail, une expansion industrielle future fondée sur le remplacement de l'homme par la machine dans le plus grand nombre de postes que possible⁽²⁷⁾, la robotisation peut constituer une

menace pour certains travailleurs. En cas de conjoncture défavorable, certaines classes de travailleurs désavantagés peuvent subir à court terme des contre-coups d'une robotisation trop massive ou trop rapide de la société. En dépit d'une amélioration des conditions physiques de travail, ces individus seront victimes de déplacements douloureux susceptibles d'entraîner une dégradation de leur statut social et économique, de même qu'une détérioration de leur santé mentale. La société elle-même verra un certain nombre de ses institutions ployer sous le poids d'une force de changement sans précédent, semant la confusion chez beaucoup de gens. Alors qu'un nombre croissant d'individus chercheront leur identité dans un monde où la machine sera de plus en plus présente.

Le passage d'une société automatisée à une société robotisée peut se faire en douceur ou au contraire créer des bouleversements appréciables à court terme. Chaque scénario est possible, chaque scénario est probable, mais non nécessairement, tel est le double caractère souvent ambigu du changement technologique.

"La technologie apporte à l'homme de nouveaux avantages, en contrepartie desquels elle impose de nouvelles servitudes. En élevant le pouvoir d'achat du travailleur, les machines lui apportent -"dans le même panier"- un surcroît d'anxiété. Avec la crainte de perdre son emploi, le salarié doit s'adapter à des tâches différentes, rompre avec ses habitudes, dominer son impatience devant les promesses sans mesure de la technologie."(28).

REFERENCES

- (1) SHEPARD, Jon M., Automation and alienation -- a study of office and factory workers, Cambridge, Londres, The MIT Press, 1971, 163p.
- et
WALTERS, Samuel, "Automation and alienation: the view from the factory floor", Mechanical Engineering, Vol. 96, N° 4, avril 1974, p. 33-45.
- (2) REMICK, Carl, Idem, p. 38.

- (3) Bureau International du Travail, (Répercussions...), Idem.
- (4) PASTRE, Olivier et Joelle TOLEDANO, Op. cit.
- (5) HAMILTON, Bob, Op. cit.
- (6) JACOB, Betty et Philip JACOB, "Life on the automated line", The Whartom Magazine, Vol. 1, N° 1, automne 1976, p. 56s.
- (7) SELIGMAN, Ben B., Idem.
- (8) ROBINSON, Arthur L., Op. cit.
- (9) SELIGMAN, Ben B., Idem.
- (10) MOWSHOWITZ, Abbe, Idem.
- (11) TOFFLER, Alvin, Idem.
- (12) SELIGMAN, Ben B., Idem.
- (13) TOFFLER, Alvin, Idem.
- (14) FRIEDMANN, Georges, Le travail en miettes - spécialisation et loisirs, Collection "Idées", Paris, Gallimard, 1964, 374p.
- (15) MOWSHOWITZ, Abbe, Idem.
- (16) FRIEDMANN, Georges, (Le travail...), Idem, p. 234.
- (17)
- (18) FRIEDMANN, Georges, (Le travail...), Idem.
- (19) ROSE, J., (Utilisations...), Idem.
- (20) BODEN, Margaret A., "Social implications of intelligent machines", The Radio and Electronic Engineer, Vol. 47, N° 8/9, août/septembre 1977, p. 393-399.
- (21) ROSE, J., (Anatomie...), Idem.
- (22) FRIEDMANN, Georges, (Le travail...), Idem.
- (23) SELIGMAN, Ben B., Idem.
- (24) SIMON, Herbert A., "What computer means for man and society", Science, Vol. 195, N° 4283, 18 mars 1977, p. 1186-1191.
- (25) SIMON, Herbert A., Idem, p. 1190.

(26) Cité dans: YOUNG, John F., Idem.

(27) MOWSHOWITZ, Abbe, Idem.

(28) ELGOZY, Georges, Idem, p. 255.

CHAPITRE 6

Où nous versions dans l'utopie...

L'UNIVERS DE LA GRANDE MACHINE

Imaginons un monde, une société du futur, où les robots, les machines et les engins issus du développement technologique prennent en charge la production de tous les biens de consommation de la planète. Toutes les usines de la terre fonctionnent efficacement sans aucune intervention humaine, de la conception du produit à sa commercialisation sur le marché. Imaginons un monde où l'homme ne travaille plus et encore pour l'instant qu'à la production des services. Dans cet univers, cette société de demain, la race humaine compose avec un nouvel associé au travail, avec "la grande machine", un concept qui regroupe l'ensemble des robots et machines automatiques affectés à la production.

Dans l'univers de la grande machine tous les éléments sont réunis pour satisfaire de façon optimale les besoins de consommation humains. D'une part, on retrouve les hommes, ces consommateurs dont les exigences en termes de biens sont illimitées, insatiables. D'autre part, on retrouve en abondance quasi-illimitée des matières premières sur terre : la croissance effrénée de la demande a en effet stimulé la recherche et la découverte de nouveaux gisements miniers, de puits pétroliers, etc. etc., permettant à l'humanité d'exploiter à fond l'infinie richesse de la planète⁽¹⁾. Troisièmement, on trouve des sources d'énergie abondantes -- énergies douces, solaires, éoliennes, marémotrices, etc., etc.-- inépuisables et pratiquement gratuites à utiliser pour faire fonctionner le système. Quatrièmement, enfin, on retrouve la technologie appropriée pour agencer les ressources de la planète avec l'énergie disponible de façon à satisfaire l'ensemble des besoins de consommation des hommes.

Avec la grande machine le problème de la croissance économique est définitivement réglé. L'économie, on l'a vu, était autrefois comme une fusée: elle devait sans cesse maintenir sa poussée à défaut de s'écraser; dans la société de demain, la fusée est en orbite puisque la

grande machine produit autant de biens que l'homme n'en désire à un coût économique pratiquement nul: la fusée maintient sa vitesse de croisière et reste ainsi en l'air. (Voir figure 6).

Une règle fondamentale de l'économie veut que la rareté relative d'un bien en détermine le prix. Parce que la grande machine permet la production d'une quantité infinie de biens, le prix de ces dits biens devient nul, au même titre que celui de l'air, de l'eau ou des autres matières disponibles en quantité si grande et à un coût tellement dérisoire qu'il ne convient plus d'en parler⁽²⁾. En théorie et moyennant distribution efficace des biens produits par la grande machine entre tous les individus, la pauvreté n'existe plus dans la société de demain puisque tous les hommes disposent et profitent gratuitement de tous les biens de consommation nécessaires à leur survie (nourriture, logement, vêtements).

Justification de l'utopie et finalité du travail

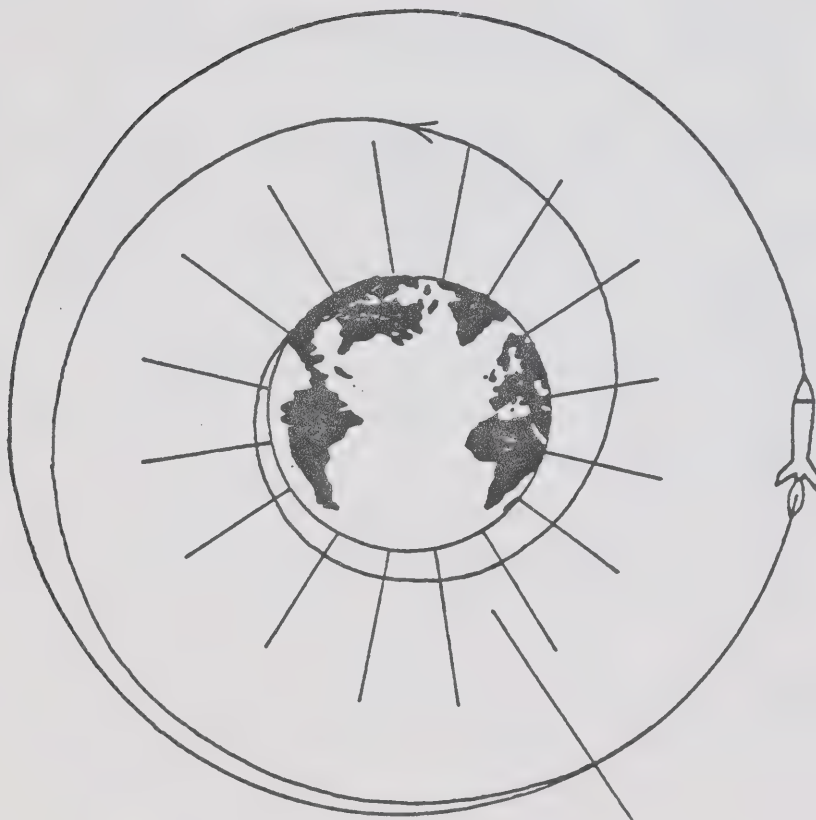
Il peut sembler étrange au lecteur dans un rapport sur les conséquences de la robotisation canadienne en 1980, de verser dans l'utopie d'un monde aussi futuriste... Pourtant cette démarche constitue selon nous, le complément nécessaire à notre travail. Elle nous permet de pousser à son extrême limite la logique du changement technologique et de voir quels en sont les ultimes effets. C'est ainsi par exemple que l'on peut étudier l'univers de la grande machine sous l'angle de la finalité du travail tel que perçu par les individus qui y vivent.

Si nous avons à représenter le travail sous forme d'équation, on pourrait le définir comme la somme de trois composantes:

- une série de contraintes soit internes ou externes;
- une série de conditions d'ordre physiologique, ergonomique, psychologique, énergétique, social, etc.;

FIGURE 6

L'Univers de la grande machine:
une fusée en orbite



Champ d'attraction de l'économie
dans une société pré-robotisée.

- enfin, une finalité, à savoir la valeur perçue du travail comme résultat significatif pour l'individu ou pour la collectivité.

Schématiquement, on retrouverait la représentation suivante:

travail = contraintes + conditions + finalité.

Appliquons ce modèle à un exemple: un agriculteur laboure son champ sur un tracteur. Certaines contraintes le poussent à agir: au niveau externe, il lui faut labourer son champ dans la semaine pour espérer en tirer une quelconque récolte; au niveau interne, il doit labourer son champ pour assurer sa survie ainsi que celle de sa famille. Son travail s'opère également dans certaines conditions: présence d'un outil (tracteur), facteur météorologique, environnement (bruit), exigences physiques et psychiques de la tâche, etc. Le producteur agricole perçoit enfin un certain degré de finalité à son geste qui devient, selon le cas, une oeuvre. Le travailleur qui fait ainsi de son activité une "vocation" en perçoit davantage la finalité que le travailleur salarié. Cette distinction au niveau de la finalité peut être appliquée, dans le cas de l'exemple du producteur agricole, au fermier à son propre compte, par opposition au fermier contraint au travail par le régime de collectivisation des kolkhozes.

Considérons maintenant un autre exemple, soit celui d'un militaire à l'entraînement qui, sur ordre de son supérieur, creuse un trou dans le sol, remet la terre dans le trou une fois celui-ci creusé, et recommence indéfiniment ce manège. Un tel travail s'opère dans certaines conditions (travail manuel exténuant) et sous certaines contraintes (autorité du supérieur). Pour l'individu moyen, cependant, il ne représente guère de finalité. Un tel travail devient répétition

mécanique et stupide d'un geste prédéterminé, à la manière du plus abrutissant poste de montage sur la chaîne de production en usine, situation où le travail devient facteur d'aliénation.

Dans l'univers de la grande machine, on l'a vu, les hommes se consacrent exclusivement à la production de services. Par service on entend ici, entre autres, tous les biens de consommation rares ou uniques comme les travaux d'artisanat et les oeuvres d'art. Le travail des hommes s'opère vraisemblablement dans des conditions optimales: semaine de travail réduite permettant beaucoup de loisirs, élimination de l'effort manuel, environnement sain grâce au recours à des énergies douces, etc. De plus, le travail s'opère sans contraintes apparentes puisque l'homme n'est plus forcé de travailler pour garantir sa survie. Il travaille donc par choix en fonction exclusive du degré de finalité perçue à son geste. Dans ces circonstances, le service produit ne constitue plus l'expression du respect d'une contrainte quelconque mais bien un apport au mieux-être de l'individu. Dans la société de demain, l'imagination créatrice peut, plutôt que de s'affairer à inventer de nouvelles manières de satisfaire les besoins de consommation, dénicher une activité représentant aux yeux de l'individu une finalité juste et valable, une raison de vivre. C'est ainsi qu'on peut retrouver:

- des "néo-artisans" effectuant différents travaux manuels légers d'artisanat comme la poterie, la peinture, le tissage, etc.;
- des "bêtes intellectuelles" consacrant leurs vies entières à l'étude, à la recherche et au perfectionnement de la connaissance;
- des "joueurs" constamment à la recherche de défis à relever dans le sport, les affaires (services), la politique, etc.;

- des "spectateurs" sacrifiant leurs vies au divertissement, aux voyages ou à diverses autres formes d'évasion, etc.

Parce que l'homme de demain peut vraisemblablement choisir son travail en fonction de ses capacités et de ses préférences, on l'imagine ayant atteint un degré de satisfaction, d'accomplissement et de joie de vivre optima. Mais le rêve est trop beau l'univers de la grande machine véhicule ses propres contradictions, notamment à deux niveaux très spécifiques, soit le maintien sur des bases nouvelles d'une discrimination sociale féroce et le problème du contrôle de la société.

Discrimination sociale et problème de la distribution de la richesse

Si dans la société de la grande machine il n'existe plus d'économie des biens de consommation courante comme telle, il existe cependant une "économie des services". En effet, les services étant des biens uniques et rares, ils ont une valeur, un prix. Ce qui justifie un marché de l'offre et de la demande. La rareté des services implique nécessairement que certains individus en soient dépourvus. Même si, en termes absolus, ces individus possèdent suffisamment de biens matériels pour être considérés d'après nos standards de 1980 comme très riches, ils sont considérés selon les standards de l'univers de la grande machine, comme très pauvres.

Illustrons par un exemple, celui de la télévision. L'appareil de télévision en soi est un bien de consommation courante dont la valeur économique est à peu près nulle. On le retrouve en effet dans pratiquement tous les foyers et son prix est relativement bas. Le prix des contenus des émissions diffusées sur les réseaux de télévision, en comparaison, est démesurément élevé. L'industrie de production d'émissions représente de par le monde des investissements et des dépenses de milliards de dollars. Dans ces circonstances, le travail des individus qui fournissent au système le "software" et les contenus nécessaires à son fonctionnement représentent une valeur monnayable très

élevée. Grâce à la diffusion, particulièrement aux Etats-Unis, des joutes de fins de semaine, un joueur de baseball extraordinairement talentueux peut exiger un salaire astronomique sur la base de sa contribution économique au système de télédiffusion publique.

Si nous transposons cette situation à l'échelle de la société de la grande machine, nous retrouvons d'un côté un nombre relativement restreint d'individus possédant un talent ou des capacités quelconques monnayables pour une très grande valeur et de l'autre, un très grand nombre d'individus dépourvus de tels talents et ne fournissant, en théorie, qu'un apport nul en termes économiques à la collectivité. Si les individus devaient être rémunérés en vertu des principes d'offre et de demande à la valeur de leur contribution à la société en termes de services valorisés, les premiers auraient le droit de commander des salaires et des récompenses démesurément élevés et les seconds des salaires et des récompenses pratiquement nuls. Nous retrouvons là la transposition sur la base de normes changées du système de classes ou de castes sociales propre à toute société humaine pré-robotisée. La grande machine n'a donc pas réussi à vaincre l'inégalité des hommes entre eux.

Ceci pose un dilemme. Si l'on se plie aux lois du marché dans le monde de l'utopie, on laisse littéralement "crever de faim", en vertu des standards de l'époque, la grande majorité de la population au profit d'une minorité privilégiée. Si tel est le cas, quelle est l'utilité d'avoir une grande machine? Si par contre, nous décidons de régulariser la situation, nous devons mettre au point un quelconque système de redistribution de la richesse. Avec l'avènement de la grande machine, le problème fondamental de la société passe d'une question de production à une question de distribution.

Contrôle de la société

Pour assurer avec succès la redistribution de la richesse sur l'ensemble de la population, une intervention gouvernementale semble de mise. Ceci pose le problème du contrôle exercé par le pouvoir dans

l'univers de la grande machine. Avec la grande machine, en effet, le pouvoir est centralisé entre les mains d'un petit nombre d'individus au-dessus de la masse, à savoir qui commande l'appareil de production. Ces "gouvernements" on le devine, peuvent instaurer le régime politique de leur choix, à l'exemple des plus célèbres utopies du début et du milieu du vingtième siècle: dictature fasciste décrite par Orwell dans 1984, dictature du bonheur décrite par Huxley dans Brave New World, etc. Les mondes de différents visionnaires se rejoignent, s'entrecroisent et nous offrent ainsi une vision pour le moins fantastique, voire terrifiante de la société de demain.

"- In ten years, Rosom's universal robots will produce so much corn, so much cloth, so much everything, that things will be practically without price. There will be no poverty. All work will be done by living machines. Everybody will be free from worry and liberated from the degradation of labor. Everybody will live only to perfect himself." - Domin (gérant général de la R.U.R.)

"- Domin, Domin. What you say sound too much like paradise. There was something good in service and something great in humility. There was some kind of virtue in toil and wariness."

- Alquist (directeur du département du travail, R.U.R.)

(Extrait de la pièce des Rosom's Universal Robots de Karel Capek dans les années 1920)(3)

Cette excursion dans l'utopie nous aura donc été utile en nous sensibilisant à deux facteurs importants à considérer dans notre étude, soit les questions de la distribution de la richesse et du contrôle social. Ces facteurs s'additionnent à ceux déjà considérés dans les chapitres précédents, et nous permettent d'envisager maintenant les différentes hypothèses de solutions aux problèmes soulevés par la robotisation massive de l'industrie canadienne dans les années 1980.

REFERENCES

- (1) De l'avis de certains auteurs, en effet le prix des matières premières constitue une mesure de la disponibilité des matières premières connues et non pas une mesure de leur quantité réelle. Prix élevés et présumés ne signifient pas nécessairement inexistence des ressources: il suffit de les trouver! Pour ce faire, la demande doit être suffisante pour inciter les prospecteurs à rechercher de nouveaux gisements. Ces auteurs estiment donc que les ressources de la terre sont illimitées et que la crise du pétrole n'est qu'une fumisterie imaginée pour les grands cartels d'exploitation de l'univers!; SIMON, Julian L., "The scarcity of raw materials", The Atlantic, Vol. 247, N° 6, juin 1981, p. 33-41.
- (2) On peut tracer ici un parallèle avec un grand nombre de biens de consommation actuellement disponibles en très grande quantité dans notre société: crayons, papier, menus articles de plastique, journaux et, dans une certaine mesure, téléviseurs, réfrigérateurs, radios, téléphones, etc.
- (3) REMICK, Carl, Op. cit.

CHAPITRE 7

Où la question de la robotisation est analysée en fonction des choix possibles; et où ceux-ci apparaissent très limités;

Où est décrit et mesuré le retard technologique du Canada par rapport à ses concurrents étrangers aux niveaux de la recherche et du développement;

Où est établie la nécessité d'une politique nationale fondée sur un consensus mené par l'initiative gouvernementale; où sont fixées les responsabilités de l'Etat;

Où l'Etat est invité à agir en fonction du contrôle du rythme de robotisation; du partage des richesses et de la correction des distortions sociales; de la formation; de la sauvegarde des droits individuels et collectifs;

Où la robotisation est associée conditionnellement au progrès humain.

POUR UNE POLITIQUE NATIONALE DE LA ROBOTISATION

La robotisation est une arme à deux tranchants qui implique à la fois des avantages et des inconvénients. Alors que les détenteurs du capital risquent de bénéficier majoritairement des premiers, les travailleurs pris isolément risquent d'assumer seuls l'essentiel des seconds. Dans de telles circonstances et en l'absence de politique gouvernementale en la matière, les entreprises agiront unilatéralement. L'Etat doit conséquemment décider de son niveau d'implication dans la robotisation massive de l'appareil de production tel qu'intégré dans une stratégie industrielle d'ensemble.

Concurrence Internationale

En ce qui concerne la stratégie industrielle, de façon plus spécifique, la marge de manoeuvre d'un gouvernement est généralement fort mince en raison de la vive concurrence que se livrent entre eux la plupart des pays du monde. La nation se retrouve alors dans la même situation que l'entreprise dans son industrie.

Lorsqu'une entreprise, sur un marché quelconque, bénéficie d'un avantage concurrentiel marqué, elle impose souvent ses propres standards aux compétiteurs; les plus petits de ceux-ci, incapables de financer un effort de rattrapage suffisant, se font alors littéralement "sortir" du marché au profit d'un phénomène de monopolisation progressive fondé sur l'expertise⁽¹⁾. La même constatation s'applique au niveau international: les pays riches, capables de se maintenir à l'avant-garde du développement technologique, profitent d'un avantage concurrentiel marqué par rapport aux pays pauvres, avantage dont ils bénéficient de deux façons:

- par la fabrication de produits peu coûteux capables de supplanter la concurrence sur la base du prix sur les marchés d'exportation⁽²⁾. L'exemple du Japon illustre bien ici ce phénomène;

- par l'exportation -- souvent au gros prix -- de la technologie aux pays qui en sont dépourvus.

Le développement technologique constitue donc un des pivots du "néo-colonialisme" forçant le maintien d'un écart entre peuples riches et pauvres, à l'avantage des premiers et au détriment des seconds.

"Assurément, recherche est risque permanent. Mais si ceux qui cherchent sont menacés de ruine, ceux qui ne cherchent pas sont assurés du déclin."⁽³⁾

Retard technologique du Canada

Tel qu'indiqué précédemment au chapitre 2 (voir Diagramme 1), certains pays s'affirment par leur position de leadership technologique en robotique: Japon, Etats-Unis, Allemagne de l'Ouest, France, Suède, et, plus récemment, Grande-Bretagne. En comparaison, le Canada accuse un retard appréciable, en raison d'une certaine insensibilité tant de la part de l'Etat que de l'entreprise face à la question. Certes, notre expertise dans certains domaines spécifiques fait l'envie de la concurrence: télécommunications et télématique, "software" bureautique secteurs restreints de la micro-électronique, manipulateurs spatiaux, transport d'énergie sur de longues distances, etc. Une telle expertise est entre autres attribuable au dynamisme d'entreprises à l'image de Northern Telecom ou Mitel en électronique de communication ou de AES ou Micom dans le champ de la bureautique. Dans l'ensemble cependant, nous tardons à appliquer sur une grande échelle les techniques dans

TABLEAU 10

Structure du commerce extérieur*,
Canada, 1976-1980

(\$000 000 courants)

	1976	1977	1978	1979	1980
Animaux vivants:					
exportations	134	151	214	245	254
importations	109	52	80	75	113
Aliments, provendes, boissons et tabacs:					
exportations	4 109	4 394	5 078	6 048	7 953
importations	2 763	3 255	3 699	4 159	4 659
Matières brutes, non comestibles:					
exportations	8 261	8 843	8 829	12 532	14 758
importations	5 087	5 287	5 886	7 901	11 267
Matières travaillées, non comestibles:					
exportations	12 131	14 946	18 891	24 366	29 314
importations	6 220	7 010	8 773	12 059	12 682
Produits finis, non comestibles:					
exportations	12 489	14 946	18 591	20 836	21 720
importations	22 748	26 042	30 857	37 914	39 486
Transactions spéciales/ commerciales:					
exportations	134	68	116	166	228
importations	505	421	389	569	772
TOTAL:					
exportations	37 259	43 328	51 719	64 194	74 229
importations	37 433	42 068	49 684	62 678	68 979

* N'inclut que les seules exportations/importations nationales.

Source: Statistique Canada, BSF 65-004, 65-007, 65-202 et 65-203.

l'industrie, d'où un retard relatif de plus en plus lourd de conséquences. Ce retard industriel a été souvent attribué à notre économie de filiale ("Branch Plant Economy").

Les manufacturiers canadiens doivent ainsi faire concurrence, à la mesure de leurs moyens, au flot des produits usinés importés qui déferle sur notre marché interne. On observe au Tableau 10 que la balance commerciale des exportations canadiennes sur les importations affiche, de 1977 à 1980, un solde net positif. La situation contraire prévaut cependant au niveau du solde net de la balance commerciale pour les seuls biens usinés, à savoir les "produits non comestibles". Ceci s'explique du fait que la structure du commerce extérieur canadien s'apparente à celle de nombreux pays du tiers-monde: exportation massive de matières premières transformées ou non (bois, minerai, etc.), importation massive de biens manufacturés. Ces derniers comptaient, en 1980, pour 57.1% de nos importations nationales et provenaient essentiellement des Etats-Unis et d'autres nations à l'avant-garde technologique comme le Japon ainsi que certains membres de la C.E.E. (voir Diagramme 4).

L'importation de la plupart de nos biens usinés comporte certes des avantages et permet certaines économies; nos industries manufacturières doivent cependant en subir une bonne part des inconvénients, alors que l'emploi dans certains secteurs moins capables de maintenir leur compétitivité stagne avant de diminuer à un rythme souvent très rapide.

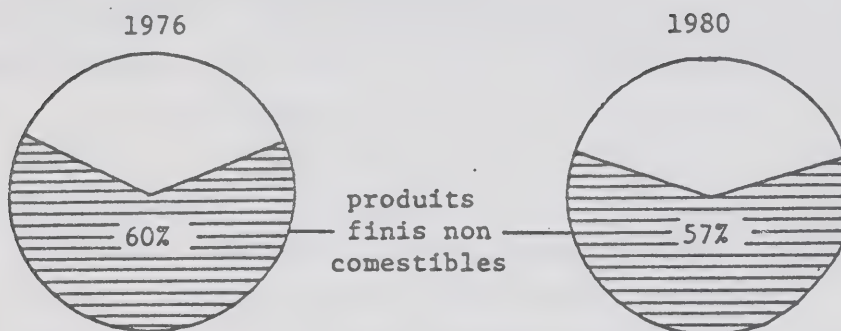
L'exemple du vêtement

Illustrons ce phénomène par l'exemple classique de l'industrie canadienne du vêtement. Tel qu'indiqué au Tableau 11 par l'augmentation rapide du ratio des importations sur les exportations, qui a pratiquement doublé de 1971 à 1977, un véritable raz-de-marée de vêtements manufacturés à l'étranger submerge, durant cette période, notre marché intérieur. Ces vêtements sont produits à moindre coût dans les pays où la moyenne des salaires ouvriers est très faible

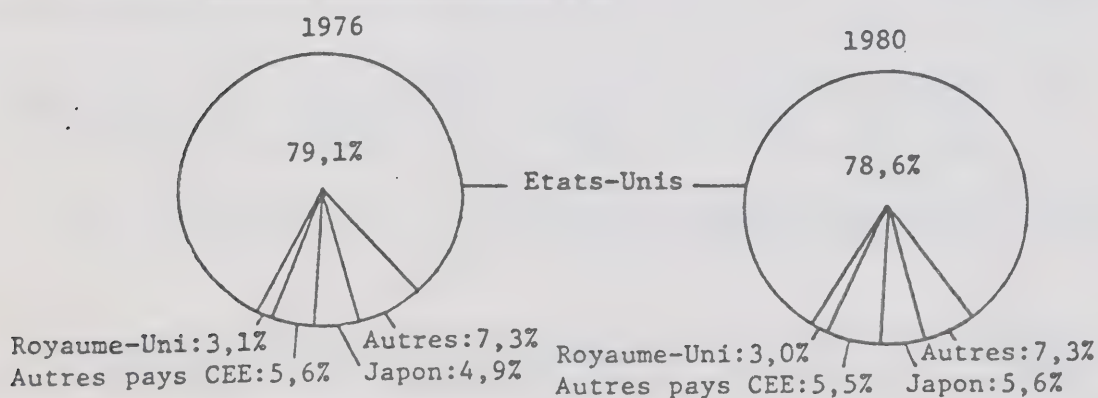
DIAGRAMME 4

Quelques données sur les importations de produits finis non comestibles, Canada, 1976 et 1980

A) Part du total des importations:



B) Provenance des importations:



Source: Statistique Canada, BSF 65-007, 65-203.

TABLEAU 11

Industrie canadienne du vêtement^(a),
grands paramètres, 1971-1978

	Valeur des livraisons de produits de propre fabrication (\$000 000 constants 1971 ^(b))	Emploi (activité manufacturière)	<u>Importations</u> <u>Exportations</u>
1971	1 132	58 390	2,45
1972	1 257	60 468	3,00
1973	1 223	61 603	2,97
1974	1 182 +19%	59 412 -1,5%	3,46 +117%
1975	1 321	60 215	4,94
1976	1 373	61 320	6,93
1977	1 346	57 494	5,31
1978	1 453	57 675	4,86

- (1) Calculs effectués à partir de l'aggrégation des industries de recensement suivantes: vêtements pour hommes, vêtements pour dames et enfants, industries diverses de l'habillement.
- (2) Ces données ont été déflatées à l'aide de l'indice des prix industriels pour le textile canadien.

Source: Statistique Canada, BSF 34-216, 34-217, 34-218, 62-011,
65-202 et 65-203.

(Taiwan, Singapour, Hong Kong, Corée). Cet avantage concurrentiel au niveau de la productivité -- similaire à celui que confère l'expertise technologique -- soutient la compétitivité de ces produits par rapport aux nôtres. De 1971 à 1977, l'emploi dans l'industrie canadienne du vêtement a conséquemment légèrement reculé en termes absolus, soit une baisse significative quant à la part relative de l'emploi manufacturier occupée par le vêtement... La situation très précaire des producteurs autochtones a finalement incité le gouvernement canadien à adopter dès 1977, au nom de la sauvegarde de milliers d'emplois, des mesures protectionnistes sous la forme de barrières tarifaires et de quotas d'importations destinés à contenir le flot des produits étrangers sur nos marchés.

La robotisation: un choix qui s'impose

Supporter massivement la robotisation rapide de l'appareil de production canadien aurait sans nul doute pour conséquence, à court terme, d'entraîner des licenciements sectoriels importants et de contraindre nombre d'autres travailleurs à des déplacements pénibles, douloureux. Toutefois et comme l'indique l'exemple de l'industrie du vêtement, la dégradation marquée de la position concurrentielle canadienne occasionnée par un retard technologique trop considérable par rapport à l'étranger, aurait sur l'emploi des conséquences tout aussi --
(5)
sinon davantage -- néfastes, puisque...

"Les suppressions d'emplois dans les pays industrialisés sont bien moins souvent imputables à l'automation qu'aux fermetures d'usines dont les productions sont périmées."(6)

Une telle dégradation risquerait de plus de se traduire pour tous les canadiens par une détérioration progressive de la richesse et du niveau de vie (7), la nation étant peu à peu reléguée au rang de pays du tiers-monde en raison de son incapacité de concurrencer ses rivales d'outre-frontières.

"A n'en pas douter, les peuples qui rateront le rapide de cette deuxième révolution technique, rejoindront ceux qui ont manqué l'omnibus de la première."(8)

En fait, le problème de la robotisation de l'appareil de production canadien se résume à trois scénarios possibles:

- nous nous isolons du monde et protégeons nos industries en levant des barrières toujours considérables décourageant l'importation. Or, l'assentiment du Canada aux accords internationaux du G.A.T.T. lui interdit le recours à de telles mesures, d'ailleurs politiquement -- sinon économiquement -- indésirables;
- nous refusons le changement technologique et tentons tant bien que mal de soutenir la compétitivité de nos produits et l'emploi manufacturier par des mesures de sauvetage à court terme dans une cause somme toute pratiquement perdue.
- nous adoptons une politique agressive de modernisation industrielle, au risque de déplacements ou de pertes d'emplois sectorielles à court terme;

Dans ces circonstances, le choix s'impose de lui-même: à l'exemple de pays comme la Grande-Bretagne, le Canada doit encourager de façon énergique et courageuse l'investissement dans le domaine de la robotique.

"The choice is entirely a matter of whether we want to live in a country impoverished and dominated by other countries who have invested in new technology faster than we have or whether we want to live in a country which can be called (...) a "technological winner"."(9)

Mesure du retard technologique canadien

Une fois convaincus de la nécessité d'agir, nous pouvons élaborer les grandes bases d'une politique nationale en matière de robotisation. Pour aller de l'avant, il nous faut cependant évaluer la portée du geste en mesurant de façon plus précise le retard du Canada par rapport à ses concurrents, et ce tant au niveau de l'application des nouvelles techniques que de la recherche.

Le fait de ne pas opérer un grand nombre de robots industriels n'a pas empêché le Canada de profiter, au cours de la décennie 1970, de gains de productivité manufacturière appréciables. On observe ainsi au Tableau 12 qu'à une hausse de 40% de la production manufacturière en valeur de 1971 à 1978 ne correspond qu'une hausse d'à peine 12% de l'emploi, la différence étant comblée par l'utilisation de nouvelles machines (immobilisations), et l'augmentation de la productivité individuelle au travail. Imaginons cependant, à la lumière des exemples d'outre-frontières cités au chapitre 2, quels seraient nos gains futurs moyennant le recours au plein potentiel de la technologie!

Jusqu'ici, la robotisation manufacturière n'a fait l'objet que d'efforts louables mais ponctuels, tant de la part d'entreprises isolées comme la G.M., que de la part du gouvernement. Ce dernier n'a ainsi consacré à cette fin spécifique que des sommes modestes, par le biais du Ministère de l'Industrie et du Commerce et en vertu de la Loi sur le prêt aux petites entreprises (PAPE). L'avenir, quant à lui, représente une grande inconnue puisque ne sont dévoilés que les plans de la G.M. à l'effet d'un programme de robotisation impliquant l'installation, dans ses usines, de 91 engins supplémentaires d'ici 1983⁽¹⁰⁾. Combien d'autres entreprises sont prêtes à suivre cet exemple? Faute d'indicateurs appropriés, rien ne nous permet de mesurer de telles intentions. Il s'agit là d'une sérieuse lacune dont élimination constitue, à notre avis, la prémisse à tout effort de stratégie sérieuse de l'Etat en la matière.

TABLEAU 12

Evolution du produit national brut,
de la production manufacturière, de l'emploi
manufacturier et du taux de chômage,
Canada, 1971-1978

	Produit national brut aux prix du marché (\$000 000 constants 71)	Valeur des livraisons des produits de propre fabri- cation, industriels manu- facturières (\$000 000 constants 1971)	Emploi (activités manufacturières), in- dustries manufactu- rières (000)	Taux de chômage (en % pop. active)
1971	94 450	50 276	1 168	6,2
1972	100 223	53 557	1 213	6,2
1973	107 819	58 272	1 276	5,5
1974	111 679	62 419	1 300	5,3
1975	113 152	60 506	1 271	+ 35%
1976	119 384	61 145	1 277	6,9
1977	122 526	63 470	1 242	7,1
1978	126 686	70 502	1 311	8,1
				8,4

Sources: Statistique Canada, BSF 13-001 et 31-203;
Revue de la Banque du Canada.

Recherche

La plupart des leaders technologiques du monde consacrent une part de leur effort de recherche à la robotique. Aux Etats-Unis ainsi, et bien que l'entreprise privée en assume la plus grande responsabilité⁽¹¹⁾, le gouvernement stimule la recherche par l'allocation de contrats à l'exemple du projet ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) parrainé par le ministère de la défense et visant la mise au point du concept d'usine automatique⁽¹²⁾. A l'inverse, l'intervention de l'Etat se fait plus présente dans certains pays comme — le Japon, où le JIRA (Japanese Industrial Robot Association), organisme contrôlant, en 1978, 41 des 190 manufacturiers nippons de robots industriels, est subventionné à 60% par le MITI (Ministère japonais du commerce international)⁽¹³⁾. De 1970 à 1978, la MITI a injecté \$100 millions dans la recherche en robotique⁽¹⁴⁾, dont une grande partie pour le programme MUM (Methodology for Unmanned Machine) visant également la mise au point du concept d'usine automatique⁽¹⁵⁾. En 1979, ce même projet se voyait d'ailleurs allouer des fonds supplémentaires de \$55 millions pour la poursuite des travaux déjà engagés depuis 1970⁽¹⁶⁾.

En comparaison, l'effort de recherche en robotique du Canada apparaît tristement insuffisant. D'une part, peu d'entreprises se risquent dans le domaine tandis que d'autre part, l'intervention gouvernementale n'en est encore globalement qu'au stade de l'étude préliminaire, et ce en dépit des millions injectés dans certains projets spécifiques comme le Télidon ou les programmes créés par la "loi stimulant la recherche et le développement scientifiques" et gérés par le MIC. Dans l'ensemble, le budget de recherche technologique du Canada ne s'élève qu'à environ 1% du produit national brut, soit une performance deux fois moindre que celle de pays comme les Etats-Unis, le Japon, l'Allemagne de l'Ouest ou même la Norvège⁽¹⁸⁾!

Stratégie du saute-mouton

En dépit du contexte actuel de crise économique et de réduction des dépenses du secteur public, il est possible pour le Canada de surmonter son retard technologique par rapport à ses concurrents étrangers; il peut, pour ce faire, s'inspirer de l'exemple de ces derniers...

Le Japon, on l'a vu, s'affirme aujourd'hui par son rôle de leadership dans le domaine de la robotique. Pour en arriver là, ce pays est parti de rien en 1967. Avant 1967, les Etats-Unis et le Royaume-Uni dominaient largement le champ de la recherche et de la construction robotique. En 1967, cependant, le Japon importe d'Amérique son premier robot industriel; il développe, un an plus tard, son premier prototype⁽²⁰⁾ et le signal du départ est donné! Imitant avec brio et reprenant à profit l'effort américain, le Japon se lance à fond de train dans le domaine, dépasse bientôt ses rivaux et se taille, à force de détermination et de persévérance, la place qu'on lui connaît dans notre monde industrialisé, tant au niveau des robots que de la haute technologie dans son ensemble (micro-électronique, matériel de haute précision, etc.).

L'idée à la base de cette stratégie du "saute-mouton"⁽²¹⁾ est fort simple: pourquoi partir de zéro lorsque l'on peut profiter de l'expérience d'autrui? Il suffit de joindre la course au même rang que nos concurrents en développant de nouvelles applications à partir des produits existants, plutôt que de chaque fois réinventer la roue. Cette méthode, alliée à la capacité de concentration industrielle permettant une mise en valeur rapide des nouvelles technologies, est à la base de la réussite japonaise.

Pour le Canada, il peut être relativement difficile de rattraper le retard accumulé au niveau de la recherche, compte tenu de l'investissement requis pour ce faire:

"Obviously, research and development of robotics will cost money, and requires skill not necessarily available in most electronics firms. Where is it to come from?" (22)

L'application industrielle et le développement des techniques existantes demeurent cependant possibles. A partir d'une situation initiale relativement proche de la nôtre, l'expérience britannique nous fournit d'ailleurs un exemple de redressement axé sur le développement plutôt que sur la recherche.

Brutalement sensibilisés à la question de la robotisation à la fin des années 1970, les britanniques décident, au nom de la sauvegarde de leur position concurrentielle sur les marchés mondiaux, d'investir massivement dans la robotisation de leur appareil de production. Adoptant la stratégie du saute-mouton, le gouvernement joint ainsi ses efforts à ceux du secteur privé pour développer certains secteurs prioritaires: aéronautique, transport, biens de consommation domestique, acier, etc. Le Conseil de la Recherche Scientifique Britannique lance une vaste opération à long terme prévoyant pour la décennie 1980 des dépenses de \$345 millions de livres (plus de \$600 millions) avec l'objectif⁽²³⁾:

- de découvrir de nouvelles méthodes et de nouvelles utilisations pour les robots actuellement en opération;
- de porter la population effective de robots en opération de quelques centaines à plus de 5,000 en 1990.

Des dépenses annuelles de 500,000 livres sont prévues pour les cinq premières années du projet, afin de développer dès maintenant des applications industrielles pour les robots de deuxième génération⁽²⁴⁾. On craint cependant que les difficultés économiques que traverse actuellement l'Angleterre n'entraînent des retards dans l'application du programme et ne décourage les entreprises locales à y participer⁽²⁵⁾.

Le Canada dispose de certains avantages "naturels" qui, s'ils sont mis en valeur par une politique de robotisation intelligente, peuvent conférer une place avantageuse sur la scène économique internationale. Ne représentant qu'un petit marché, il favorise l'implantation de petites usines, ce qui le prédestine à la production de petites séries (par opposition à la production de masse), avantage qui, de l'avis de certains, correspond aux récentes tendances de la demande en faveur de la consommation de biens moins standardisés et plus personnalisés⁽²⁶⁾. Arthur Cordel, du Conseil National de la Recherche Scientifique ajoute:

"We may find that we can achieve world scale economies with flexible automated production runs, using these new technologies, which would be good for the domestic market; and it would even give us the opportunity to be cost-competitive with the rest of the world, using the domestic market as a spring board."(27)

Ceci n'est évidemment possible qu'à la condition que l'Etat donne à la robotisation de l'appareil de production une priorité qui soit en accord avec l'importance de la situation pour la vie industrielle des pays.

Politique Nationale et responsabilité de l'Etat

La mise au point d'un programme efficace de robotisation de l'industrie canadienne ne doit pas se limiter à une série de gestes ponctuels, fussent-ils conjointement menés par l'Etat et l'entreprise, mais plutôt s'intégrer dans un tout intégré, une véritable politique nationale. Le passage réussi d'une société automatisée à une société robotisée exige en effet un plan d'action détaillé fondé sur des objectifs clairement définis dans le temps et prévoyant un train de mesures économiques et sociales aux effets complémentaires. L'élaboration d'une telle politique implique bien sûr la participation

des principaux intervenants consultés, à savoir l'Etat, l'entreprise privée et le mouvement syndical. De ces trois partenaires, l'Etat doit cependant assumer un rôle de leadership et ouvrir la voie. En dépit d'un récent mouvement de "conscientisation" du milieu des affaires vis-à-vis sa responsabilité sociale, l'entreprise privée ne peut sans un cadre établi par l'Etat prendre l'initiative dans un éventuel programme de robotisation. L'exemple des Etats-Unis, où une telle situation prévaut et soulève de nombreuses controverses, confirme à notre avis ce jugement⁽²⁸⁾.

D'autre part, plusieurs estiment que le mouvement syndical, à quelques rares exceptions près, semble dépassé par l'ampleur du phénomène de la robotisation et arrive mal à opposer à la table de négociation une quelconque résistance face aux arguments de productivité présentés sous forme de chiffres par la partie patronale⁽²⁹⁾!

"Harley Shaiken, a manufacturing consultant (...), believes that the unions are underestimating the impact of the robots. He charges that automation proponents use two sets of books. "When they attempt to justify a robot, then they eliminate every worker in sight", Shaiken notes. "When they talk social implications, no workers are replaced. They can't have it both ways.""(30)

Ayant de plus tendance à ne défendre que les intérêts de ses propres membres, le mouvement syndical peut difficilement parler au nom de l'ensemble de la main-d'oeuvre et encore moins au nom des travailleurs de demain, qui représentent d'ailleurs une menace pour l'emploi des travailleurs d'aujourd'hui.

Le gouvernement, par contre, dispose de toute la représentativité nécessaire pour mener le débat. Il doit pouvoir statuer sur les objectifs désirables pour l'ensemble de la société et concilier au mieux les intérêts de toutes les parties en cause. Pour ce faire, il dispose de pouvoirs juridiques, économiques et fiscaux largement suffisants. En tant qu'employeur, enfin, il peut donner l'exemple et participer activement à l'application de ses politiques.

Face à des changements de plus en plus rapides dans l'environnement, le gouvernement doit prendre l'initiative et assumer des responsabilités beaucoup trop lourdes pour être confiées à des agents moins compétents à y faire face:

"The gravest threat to the employment opportunities for our young people lies not so much in technology as in the slowness of our political and social institutions to recognize and adjust to changed circumstances."(31)

Ce leadership de l'Etat ne doit cependant pas délivrer les autres agents leur juste part de responsabilités! Il serait en effet injuste de faire supporter au seul gouvernement le poids financier d'un programme national dont bénéficient, après tout, les détenteurs du capital. Si ces derniers empochent une part des bénéfices, il n'est que normal qu'ils en défraient une part des coûts... Une formule de financement conjointe Etat-entreprise où chaque partenaire assume près de 50% des coûts — telle qu'actuellement en vigueur en Allemagne de l'Ouest et au Japon⁽³²⁾ — nous semble idéale: parce que bien équilibrée, elle maximise les chances de succès du programme, fût-ce en période de conjoncture économique défavorable.

Arbitrages

S'il est vrai que les impératifs de compétitivité internationale forcent, en pratique, l'adoption d'une politique nationale de robotisation de l'appareil de production, la question fondamentale du débat se pose donc autour des arbitrages nécessaires entre les avantages et les inconvénients associés au phénomène. Le souci de maximiser les premiers et de minimiser les seconds est d'ailleurs exprimé dès 1964 par Allan MacEachan, alors ministre du Travail du Canada:

"Nous ne pouvons plus et ne voulons pas opposer une contre-révolution à la révolution industrielle, nous ne voulons certes pas entraver le progrès de l'automation. Ce que nous voulons c'est bénéficier de tous les avantages qu'apportera à long terme l'âge de l'automation, sans pâtir des souffrances

qui ont accompagné dans ses débuts la révolution industrielle." (Alan MacEachan, Ministre du Travail du Canada, 1964)(33).

De tels objectifs impliquent la conciliation des impératifs de productivité dictés par la concurrence internationale aux impératifs de personnel dictés par notre responsabilité morale face à la misère humaine.

"Si l'on ne se préoccupe que de rechercher la technologie la plus efficace, on risque de négliger les hommes qui l'utiliserons et qui sont tout aussi importants. D'un autre côté, chercher à ne satisfaire que les besoins humains, c'est risquer l'utilisation de techniques inefficaces."(34)

La protection des travailleurs

Seul l'établissement d'un "filet de sécurité" peut permettre l'amortissement des effets négatifs de la robotisation et la protection des travailleurs démunis face aux servitudes qui leur seraient autrement imposées. Pour établir ce "filet de sécurité", l'Etat doit intervenir de façon directe ou indirecte.

Indirectement, le rôle de l'Etat se limite au contrôle des fluctuations économiques. Nous avons en effet démontré au Chapitre 3 l'étroite relation liant conjoncture et niveau de l'emploi. Dans de telles circonstances et en attendant l'avènement de la "grande machine", tout ralentissement de la croissance économique constitue, dans une société robotisée, une grave menace pour l'emploi. La responsabilité première de l'Etat est donc de garantir le maintien d'une conjoncture économique saine susceptible d'encourager l'épanouissement de la collectivité. De façon spécifique, cette responsabilité dicte une stratégie de croissance et d'amortissement, autant que faire se peut, des fluctuations cycliques de l'économie⁽³⁵⁾.

L'intervention directe de l'Etat, pour sa part, se concentre sur quelques points:

- le contrôle de tout débordement de la technologie au-delà de limites acceptables;
- la correction des distortions sociales à court terme et la redistribution de la richesse;
- l'élaboration de programmes de formation adéquats à moyen et long terme;
- la protection des droits individuels et collectifs.

a) Contrôle des débordements de la technologie

En premier lieu et en réponse aux craintes des "alarmistes" exprimées au Chapitre 3, l'Etat doit contrôler le rythme d'introduction de la technologie dans l'industrie, à défaut de quoi il lui sera beaucoup plus difficile de corriger les distortions économiques ou sociales rattachées au phénomène. Si nous voulons éviter l'anarchie, il importe d'ordonner les changements dans le temps⁽³⁶⁾. Cette tâche est plus délicate qu'il n'y paraît car les rythmes d'évolution respectifs des différents secteurs industriels, des valeurs et des institutions sociales diffèrent, d'où la nécessité d'un délicat et patient travail d'harmonisation pour la sauvegarde de l'équilibre social. Par exemple, autant un rythme de robotisation trop lent risque-t-il de nuire à la position concurrentielle du Canada face à ses compétiteurs étrangers, autant une robotisation trop rapide risque-t-elle d'entraîner le "débordement" du système de l'emploi, avec un problème de chômage sectoriel important.

"Le choix n'est donc pas entre automatisation et plein emploi, mais entre automatisation à un rythme suffisant (avec possibilité de modérer le sous-emploi en résultant) et automatisation à rythme trop lent comportant la certitude d'un

sous-emploi important destiné à persister jusqu'à ce qu'à ce que la nation ait rattrapé son retard sur le plan technique."(37)

Pour contrôler le rythme d'introduction de la nouvelle technologie, le gouvernement doit directement s'adresser aux entreprises et plus particulièrement aux plus importantes, qui se taillent parfois "à la machette" une place sur le marché, fût-ce au prix de bouleversements sur le marché du travail⁽³⁸⁾. Il peut ainsi faire valoir ses différents pouvoirs d'incitation fiscale, de subvention ou, advenant le cas, de législation, dans l'esprit des programmes actuels de soutien à la recherche et au développement déjà gérés par le MIC.

b) Redistribution de la richesse et correction des distinctions sociales

Deuxièmement, l'Etat doit veiller autant que possible à corriger toute distortion sociale engendrée par l'implantation des robots dans l'industrie. Ceci implique d'abord une répartition équitable des bénéfices apportés par le changement technologique. Plusieurs syndicats et organismes internationaux comme l'OCDE soulignent en effet, à la lumière de l'expérience, l'apparent déséquilibre de la répartition de la richesse entre les détenteurs du capital d'une part et les titulaires d'emplois d'autre part. Si ainsi beaucoup d'entreprises et d'employeurs ont jusqu'ici bénéficié d'avantages comme des taux d'amortissement rapides et des profits accrus grâce aux nouvelles machines (gains de productivité, etc.), beaucoup de travailleurs ont dû assumer l'essentiel des coûts du geste: chômage, adaptation à de nouveaux postes suite à des déplacements, coût psycho-social, etc.⁽³⁹⁾.

L'Etat doit donc veiller à ce que la robotisation se traduise, autant que possible, par une augmentation égale du niveau de vie des individus, une amélioration égale de l'environnement de travail de chacun et, bien sûr, un partage équitable des éventuels coûts (monétaires ou autres) du système. Le gouvernement peut ici intervenir en vertu de ses pouvoirs d'incitation fiscale et de paiements de

transfert. En agissant ainsi, il peut s'attendre à susciter le mécontentement de certains détenteurs du capital jusqu'ici favorisés par l'automation et la robotisation dans sa forme actuelle!

La correction des distortions sociales provoquées par la robotisation, pour sa part, implique la compensation des individus et des travailleurs affectés à leur tâche par celle-ci.

En premier lieu l'Etat doit minimiser le nombre de travailleurs privés contre leur gré d'emploi ou déplacés par la robotisation de l'industrie. Puisqu'il y aura inévitablement des victimes, il importe toutefois de songer à les "dédommager" d'une façon ou d'une autre. L'Etat peut ici collaborer avec l'entreprise pour élaborer de tels dédommagements, sous la forme de paiements de transfert: subventions de déplacement, programmes de pré-retraite, sécurité d'emploi garantie, etc. Il peut également intervenir de façon plus directe par le versement de prestations d'assurance-chômage, l'implantation d'un régime de revenu annuel garanti ou l'allocation de crédits d'impôt aux travailleurs touchés par la robotisation. L'Etat peut également intervenir au niveau de la législation du travail de façon à protéger les travailleurs contre l'introduction d'un changement technologique modifiant les conditions de l'entente collective, comme il l'a déjà fait en modifiant le Code du Travail suite aux recommandations du rapport Freedman⁽⁴¹⁾.

Dans toutes ces éventualités, les coûts de ces systèmes de compensation à court terme doivent faire l'objet d'un partage équitable entre les bénéficiaires du changement technologique, à savoir essentiellement les entreprises et la société dans l'ensemble par l'intermédiaire du gouvernement, et ceux qui doivent en subir les désavantages.

c) Systèmes de formation adéquats

Troisièmement, face aux exigences nouvelles du marché pour un personnel polyvalent au fait des derniers développements technologiques, l'Etat doit prévoir, conjointement avec l'entreprise, la mise sur pied de programmes de formation et de recyclage permanents permettant de répondre à de tels besoins⁽⁴²⁾.

Si nous décidons de léguer à nos enfants une société robotisée, il n'est que normal de les préparer à recevoir cet héritage. Ceci implique une refonte de l'école en tant qu'agent de socialisation. Chaque province doit ainsi réévaluer la performance de son système d'éducation en fonction de son aptitude à former des individus sinon parfaitement capables de travailler avec la nouvelle technologie, du moins suffisamment au fait des récents développements dans le domaine pour pouvoir en comprendre les bénéfices et, s'il y a lieu, en accepter les sacrifices.

Le grand public, de plus, doit être sensibilisé à la question des robots, à défaut de voir certains alarmistes entretenir la crainte et d'affronter des résistances farouches pouvant mener, dans les pires cas, au "sabotage" en règle, à la manière des Luddites d'autrefois!

Le gouvernement enfin doit veiller à disposer, au sein de son propre personnel, d'individus suffisamment formés et informés pour gérer de façon efficace la politique nationale de la robotisation, à défaut de quoi il ne lui sera vraisemblablement pas possible de composer avec la nouvelle réalité de demain et d'assumer ses responsabilités en fonction d'objectifs sociétaux qu'il peut mieux que tout autre défendre.

d) Protection des droits individuels et collectifs

L'Etat doit enfin veiller à ce que la robotisation ne représente pas à long terme une menace aux droits des individus et à la démocratie. On remarque en effet que le changement technologique tend à favoriser une centralisation du pouvoir dans les institutions. Dans l'entreprise, par exemple, le remplacement des individus par des machines confère à la direction et au personnel cadre non-syndiqué un degré de contrôle accru, en vertu du pouvoir de programmation et d'opération des

équipements dont disposent ces individus. Une telle tendance représente une menace sérieuse pour les représentants des travailleurs:

"The unions now see the degree of control exercised by the individual worker in his job seriously threatened", according to a report by the centre for policy alternatives at Massachusetts' Institute of Technology. Computer control systems tend to shift operating responsibility "into the hands of a few people" often on the salary payrolls "out of the bargaining union." (44)

Certains auteurs estiment d'ailleurs que la robotisation de l'industrie, en réduisant les effectifs ouvriers, menace l'existence-même du mouvement syndical.

De même, le gouvernement doit veiller à ne pas se subordonner au contrôle de quelques techniciens et scientifiques opérant de leur tour d'ivoire le système de production robotisé. En dépit de leur bonne foi, ces personnes risquent de poser des actions, de prendre des décisions fondées sur une perception à trop courte vue de la situation et, à la limite, de créer davantage de problèmes qu'ils n'en résolvent!

"The great french leader Clémenceau said that war was much too serious a matter to be entrusted to the military. Similarly, the revolution in micro-electronics and communications is too important to be left to electronics engineers and systems analysts."

(Lloyd Axworthy, Ministre de l'Emploi et de l'Immigration, 1981)(45).

S'il est vrai que l'automation favorise la centralisation des pouvoirs, il importe donc de s'assurer que tous les citoyens aient accès à l'information permettant de contrôler ces pouvoirs et ainsi de faire respecter les principes de liberté des droits et de démocratie propres à notre société.

"The objective is to control the processes and fruits of automation with foresight and care so that a better future for everyone will be provided, and society will not be at the mercy of the weird machinations of the "sorcerer's apprentice." "(46)

Robotisation et progrès

L'homme et la technologie évoluent sur une trame parallèle de l'Histoire depuis des millénaires. Les développements technologiques ont tracé le profil de notre société, nous offrant au passage la garantie d'un niveau de vie sans précédent et d'un degré très élevé de richesse individuelle et collective. Sans la technologie, cet accomplissement aurait été impossible. S'il est mal planifié ou s'il n'est pas contenu par certaines bornes prédéterminées, le changement technologique peut toutefois infliger de lourds sacrifices à des générations entières de travailleurs, d'hommes, de femmes et d'enfants: l'exemple de la première révolution industrielle nous enseigne que le progrès à long terme n'implique pas nécessairement le confort à court terme.

Aujourd'hui, à l'aube de la décennie 1980, une nouvelle révolution industrielle se dessine à l'horizon et avec elle, la promesse de gains de productivité considérables, d'une vie meilleure pour les générations à venir. Cette promesse pour demain implique cependant certains sacrifices à compter d'aujourd'hui, sacrifices que nous devons autant que possible minimiser. De profonds bouleversements s'annoncent dans plusieurs domaines, représentant un défi de taille pour notre monde et ses sociétés industrialisées. Le défi canadien est de veiller à ce que dans ce brouhaha, l'individu ne se trouve pas démuné, isolé, impuissant face aux changements.

"One of the biggest problems which the industrial nations will have to face over the next ten years is adjusting their social institutions to take account of the technological and economic changes which are taking place. We will have to reorganize our educational systems to meet the requirements of the new balance between work and leisure. We will have to develop new criteria for measuring national progress towards "quality of life"

objectives. We will have to invent other ways of managing public sector and other organizations in the non-profit field. We will have to identify more suitable ways for motivating people to contributing towards social objectives. And we will have to develop politically acceptable means of transferring income from producers to non-producers, and from affluent to less affluent regions."(47)

Il revient à nous seuls de faire nos choix. Compte tenu des enjeux, la réalisation d'un consensus autour des objectifs sociétaux désirables constitue un prérequis à toute initiative dans le domaine du changement technologique. Si nous ne pouvons ni ne voulons supporter le poids des sacrifices possibles requis à court terme par la robotisation, soyons cependant prêts à en supporter les conséquences en termes de compétitivité de nos industries.

Il relève du rôle du gouvernement de mener la discussion, de susciter les échanges, d'orienter le débat vers un tel consensus, et ce sans délai. La prochaine révolution est à notre porte, le temps presse.

REFERENCES

- (1) Commission économique pour l'Europe des Nations Unies, Aspects économiques de l'automatisation, New York, Nations Unies, 1971, 71p.
- (2) ELGOZY, Georges, Idem.
- (3) ELGOZY, Georges, Ibidem, p. 103.
- (4) BURKITT, Alan, "'Computers mean more jobs" theory challenged", The Engineer, 123^e année, Vol. 246, N° 6375, 1^{er} juin 1978, p. 11.
- (5) ELGOZY, Georges, Idem, p. 229.
- (6) High technology: do we have what it takes?, émission nzai", Industry Week, Vol. 199, N° 5, 27 nov. 1978, p. 85-86, 88.
- (7) ELGOZY, Georges, Idem, p. 20.
- (8) PIDGON, Andy, Op. Cit., p. 11.

- (9) "Industrial robots: ready, willing and able", Design Engineering, Vol. 26, N° 11, nov. 1980, p. 18-20.
- (10) TESAR, Delbert, "Mission-oriented research for light machinery", Science, Vol. 201, N° 4359, 8 sept. 1978, p. 880-887.
- (11) DONLAN, Thomas G., Op. cit.
- (12) TERESKO, John, "In robots, the cry is banzai", Industry Week, Vol. 199, N° 5, 27 nov. 1978, p. 85-86, 88.
- (13) "At last...", Op. cit.
- (14) "Britain needs to use more robots", The Economist, Vol. 273, N° 7106, 10 nov. 1979, p. 111, 114.
- (15) "At last...", Loc. cit.
- (16) SHAPIRO, Sydney F., "Vision expands robotic skills for industrial applications", Computer Design, Vol. 18, N° 9, sept. 1979, p. 78, 80, 82, 86s.
- (17) "High technology...", Idem.
- (18) "McMaster U. to widen teaching of robotics", Design Engineering, Vol. 26, N° 12, déc. 1980, p. 7.
- (19) SHAPIRO, Sydney F., (Vision...), Op. cit.
- (20) "High technology...", Idem.
- (21) BAILLIE, Connie, "Robot innovation in Canada", Canadian Electronics Engineering, Vol. 24, N° 3, mars 1980, p. 28.
- (22) MORTIMER, John, ("Britain must...") Op. cit.
- (23) HOLLINGUM, Jack, "SAMMIE-style simulation in 2,500,000 robotics boost", The Engineer, 125^e année, Vol. 251, N° 6487, 24 juillet 1980, p. 14.
- (24) MARSH, Peter, "Gloomy feature for robot research project", New Scientist, Vol. 86, N° 1202, 10 avril 1980, p. 68.
- (25) KETTLE, John, "The new breed of robots", Executive, Vol. 22, N° 11, novembre 1980, p. 9.
- (26) KETTLE, John, Loc. cit.
- (27) TESAR, Delbert, Op. cit.

- (28) SELIGMAN, Ben B., Idem.
- (29) "Robots join...", Op. cit., p.63.
- (30) SADLER, Philip, Op. cit., p. 599.
- (31) SHAPIRO, Sydney F., Op. cit.
- (32) Organisation de Coopération et de Développement Economique, Les tâches automatisées (Rapport final de la conférence mixte nord-américaine, tenue à Washington, U.S.A., du 8 au 10 décembre 1964), Paris, O.C.D.E., (1965).
- (33) BOISVERT, Maurice, L'approche socio-technique, Montréal, Les Editions Agence D'Arc Inc., 1980, 237p.
- (34) SCHUMPETER, Joseph A., Business cycle -- A Theoretical, Historial and Statistical Analysis of the Capitalist Process, Vol. I., Chap. IV: "The Contours of Economic Evolution", New York, Londres, McGraw-Hill, 1939, 441p.
- (35) ELGOZY, Georges, Idem.
- (36) PASSET, René, Idem, p. 58.
- (37) "Now the chips are down", Idem.
- (38) Organisation de Coopération et de Développement Economique, ("Les tâches..."), Idem.
- (39) Organisation de Coopération et de Développement Economique, ("Les tâches..."), Idem.
- (40) FRIEDMAN, Samuel, Rapport de la Commission d'Enquête industrielle chargée d'examiner la question des parcours prolongés du National-Canadien, Ottawa, Imprimeur de la Reine et Contrôleur de la papeterie, nov. 1965, 182p.
- et
- Codification Administrative, Code Canadien du Travail -- Partie V, Ottawa, Ministère des Approvisionnements et Services Canada, 1978, 65p.
- (41) GOCHIN, Roger, Op. cit..
- (42) ELGOZY, Georges, Idem, p. 246.
- (43) CASNER-LOTTO, Jill, Op. cit., p. 22.

- (44) Allocution de Lord Axworthy à la Conférence sur l'impact des technologies de micro-électronique et de communication, tenue à Ottawa le 30 mars 1981 tiré de: Ray, Dr. Ratna, Idem.
- (45) RUSSAKOFF HOOS, Ida, Idem, p. 118-119.
- (46) VALERY, Nicholas, Op. cit., p. 73.
- (47) "The challenge...", Idem, p. 3.

BIBLIOGRAPHIE

A) MONOGRAPHTES:

BERNSTEIN, Jeremy, The analytical engine computers -- past, present and futur, New York, William Morrow and Company Inc., 1981, 131p.

BOISVERT, Maurice, L'approche socio-technique, Montréal, les Editions Agence D'Arc Inc., 1980, 237p.

BOWEN, Howard R. et Garth L. MANGUM, Automation and economic progress, Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1966, 170p.

BUCKINGHAM, Walter, Automation, its impact on business and people, chap. 6: "The great employment controversy", New York, Toronto, Londres, Mentor Executive library books, 1961, 176p.

Bureau International du Travail, Rapport du directeur général -- première partie: l'automation et les autres progrès de la technique, leurs répercussions sociales (1^{ère} partie du Rapport I de la 40^{ème} session de la Conférence internationale du travail, tenue à Genève en 1957), Genève, 1957, 125p.

Bureau International du Travail, Répercussions sociales de l'automation et des autres progrès de la technique (Rapport VI de la 57^{ème} session de la Conférence internationale du travail, tenus à Genève en 1972), Genève 1972, 78p.

Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies, Aspects économiques de l'automation, New York, O.N.U., 1971, 71p.

ELGOZY, Georges, Automation et humanisme, Paris, Calmann-Lévy, 1968, 380p.

FREEDMAN, Samuel, Rapport de la Commission d'Enquête industrielle chargée d'examiner la question des parcours prolongés du National-Canadien, Ottawa, Imprimeur de la Reine et Contrôleur de la papeterie, nov. 1965, 182p.

FRIEDMANN, Georges, Industrial society -- the emergence of the human problems of automation, Chap. II, IV: "Automation", Glencoe Ill., The Free Press, 1955, 436p.

FRIEDMANN, Georges, Le travail en miettes - spécialisation et loisirs, Collection "Idées", Paris, Gallimard, 1964, 374p.

HOFFMAN, L. Richard et Floyd C. MANN, Automation of the worker -- a study of social change in power plants, New York, Henry Holt and Company, 1960, 272p.

MOWSHOWITZ, Abbe, The conquest of will: information processing in human affairs, chap. 5: "The changing character of work", Reading, Mass., Addison-Wesley, 1976, 365p.

NAVILLE, Pierre, Vers l'automatisme social? -- problèmes du travail et de l'automation, Paris, Gallimard, 1963, 258p.

Organisation de Coopération et de Développement Economiques, Automation, progrès technique et main d'oeuvre (Rapport final de la conférence européenne, tenus à Zurich du 1er au 4 février 1966), Paris, O.C.D.E., 1966, 159p.

Organisation de Coopération et de Développement Economiques, Les tâches automatisées (Rapport final de la conférence mixte nord-américaine, tenus à Washington, U.S.A., du 8 au 10 décembre 1964), Paris, O.C.D.E., 1965.

Organisation Internationale du Travail, Travail et automation -- Cahier n° 5: l'automation et les travailleurs non manuels, Bureau International de Travail, Genève, 1967, 131p.

PASSET, René, Problèmes économiques de l'automation, Paris, Editions Montchrestien, 1957, 165p.

PEITCHINIS, Stephen G., The effect of technological changes on educational and skill requirements of industry, Rapport de recherche dans le cadre du programme des études sur les innovations techniques, Ottawa, Direction de la technologie, Ministère de l'Industrie et du Commerce, avril 1978, 272p.

RAY, Dr. Ratna, The Impact of Micro-electronic and Communications technology on the industrial work environment, 3 volumes, Ottawa, Labour Canada, 1981, 566p.

REZLER, Julius, Automation & industrial labor, chap. 3: "Employment, unemployment and automation", New York, Random House, 1969, 224p.

ROSE, J., Anatomie et physiologie de l'automatisation, Collection "Science-poche", n° 20, Paris, Dunod, 1970, 175p.

ROSE, J., Utilisations et conséquences de l'automatisation, Collection "Science-poche", n° 21, Paris, Dunod, 1970, 146p.

RUSSAKOFF HOOS, Ida, Automation in the office, Washington, D.C., Public Affairs Press, 1961, 138p.

SCHUMPETER, Joseph A., Business cycle -- A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process, Vol. I, Chap. IV: "The Contours of Economic Evolution". New York, Londres, McGraw Hill, 1939, 441p.

SELIGMAN, Ben B., Most notorious victory -- man in an age of automation, New York, The Free Press, 1966, 441p.

SHEPARD, Jon M., Automation and alienation -- a study of office and factory workers, Cambridge, Londres, The MIT Press, 1971, 163p.

SIMON, Herbert A., The new science of management decision, chap. 3: "The impact of computers on the workplace", Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1977, 175p.

TERBOGH, George, The Automation Hysteria, New York, Norton & Company Inc., 1966, 103p.

TOFFLER, Alvin, La 3ième vague, Paris, Denoel, 1980, 623p.

United Steelworkers of America, Steelworkers and automation, impact of technological change on the basic steel industry, Pittsburgh, U.S.A., 1961, 15p.

WEBER, Max, The protestant Ethic and the spirit of Capitalism, Chap. 2: "The spirit of Capitalism", New York, Charles Scribner's sons, 1958, 292p.

YOUNG, John F., Robotics, New York, Toronto, John Wiley & Sons, 1973, 303p.

The challenge of automation -- papers delivered at the national conference on automation, Washington, D.C., Public Affairs Press, 1955, 77p.

B) ARTICLES:

ARONSON, Robert B., "Let the robot do it", Machine Design, Vol. 47, n° 28, 27 N°. 1975, p. 54-59.

BAILLIE, Connie, "Robot innovation in Canada", Canadian Electronics Engineering, Vol. 24, N° 3, mars 1980, p. 28-29, 80.

- BEECHER, R.C. et Robert DEWAR, "Robot trends at General Motors", American Machinist, Vol. 123, N° 8, août 1979, p. 71-74.
- BERTINI, Marie-Thérèse et Pierre-Jean RICHARD, "De la pince à radium à King Kong", L'Informatique Nouvelle, N° 102, janv. 1979, p. 34-40.
- BODEN, Margaret A., "Social implications of intelligent machines", The Radio and Electronic Engineer, Vol. 47, N° 89, août/septembre 1977, p. 393-399.
- BURKITT, Alan, "'Computers mean more jobs' theory challenged", The Engineer, 123^e année, Vol. 246, N° 6375, 1^{er} juin 1978, p. 11.
- BYLINSKY, Gene, "Those smart young robots on the production line", Fortune, Vol. 100, N° 12, 17 déc. 1979, p. 90-93, 95s.
- CALLAHAN, Joseph M., "Robots present tough national problems", Automotive Industries, Vol. 158, N° 8, juin 1978, p. 13.
- CALLAHAN, Joseph M., "Robots set for automotive assault", Automotive Industries, Vol. 158, N° 7, mai 1978, p. 37-41.
- CANGUILHEM, Georges, "Allocution de synthèse du colloque sur le mécanologie (tenue à Ottawa du 18 au 20 mars 1971)", Les Cahiers du Centre Culturel Canadien, N° 2, 1973.
- CASNER-LOTTO, Jill, "Robots expected to boost productivity; labor unions accept use with caution, insist on job security as condition", World of Work Report, Vol. 5, N° 3, mars 1980, p. 17, 21s.
- CONNOLLY, Ray, "Japan, producing 7000 robots yearly, leads world with 30000 installations", Electronics, Vol. 52, N° 7, 29 mars 1979, p. 45s.
- COOLEY, Mike, "Why work is wasteful of energy and skill", New Scientist, Vol. 80, N° 1130, 23 nov. 1978, p. 598.
- DALLAS, Daniel B., "SME seminar provides insight into the basics of robotics", Manufacturing Engineering, Vol. 82, N° 5, mai 1979, p. 76s.
- DELORME, François, "L'automatisation des bureaux: quelques conséquences sur le personnel", Relations Industrielles, Vol. 29, N° 3, 1974, p. 513-539.
- DONLAN, Thomas G., "Automation moves on; jobs are opening up on the assembly line for robots", Barron's, 2 juin 1980, p. 4, 5, 29.

- DU BOIS, Peter C., "Japan puts robots to work ... Moonie Oil and Aussie Coal", Barron's, 21 juillet 1980, p. 40, 42.
- FONTAINE, Bruno, "Les robots deviennent-ils majeurs?", L'Informatique Nouvelle, N° 81, février 1977, p. 4-15.
- FYFE, John, "Economics and employment", New Scientist, Vol. 80, N° 1130, 23 nov. 1978, p. 597.
- GAYMAN, Arden, "Technology no villain", Office Equipment & Methods, Vol. 26, N° 1, janvier/février 1980, p. 8.
- GOCHIN, Roger, "The skills required for change", Industrial and Commercial Training, Vol. 11, N° 12, déc. 1979, p. 502s.
- HAMILTON, Bob, "Automation: blight or blessing?", Electronic Engineering, Vol. 51, N° 619, mars 1979, p. 209, 213-215.
- HARTLEY, John, "Robots climb one obstacle to face another", The Engineer, 124^e année, Vol. 248, N° 6420, 12 avril 1979, p. 36-38.
- HARTLEY, John, "Robots on roof at french firm", The Engineer, 122^e année, Vol. 244, N° 6312, p. 13.
- HOLLINGUM, Jack, "SAMMIE-style simulation of 2,500,000 robotics boost", The Engineer, 125^e année, Vol. 251, N° 6487, 24 juillet 1980, p. 14.
- HOLLINGUM, Jack, "Studying the social implications of using robots in the factory", The Engineer, 122^e année, Vol. 244, N° 6325, 16 juin 1977, p. 55.
- JACOB, Betty et Philip JACOB, "Life on the automated line", The Whartom Magazine, Vol. 1, N° 1, automne 1976, p. 56-60.
- KETTLE, John, "The new breed of robots", Executive, Vol. 22, N° 11, novembre 1980, p. 9.
- KOEKEBAKKER, Jake, "Robots seek innovation boost", Canadian Electronics Engineering, Vol. 24, N° 3, mars 1980, p. 27-30, 48.
- MARSH, Peter, "Britain grapples with robots", New Scientist, Vol. 86, N° 1204, 24 avril 1980, p. 183-187.
- MARSH, Peter, "Gloomy feature for robot research project", New Scientist, Vol. 86, N° 1202, 10 avril 1980, p. 68.
- MARSH, Peter, "Robots see the light", New Scientist, Vol. 86, N° 1025, 12 juin 1980, p. 238-240.

- MARSH, Peter, "Sweet dreams about robots in factories", New Scientist, Vol. 85, N° 1200, 27 mars 1980, p. 992.
- McGILLIVRAY, Don, "No need to fear rapid change", Financial Times of Canada, Vol. 69, N° 13, 25 août 1980, p. 8.
- MORTIMER, John, "Britain must use robots, not try to make them", The Engineer, 125^e année, Vol. 251, N° 6485, 10 juillet 1980, p. 12s.
- MORTIMER, John, "Britain way behind Japan in robot use...", The Engineer, 123^e année, Vol. 246, N° 6362, 2 mars 1978, p. 16s.
- MUNSON, George E., "Robots quietly take their place alongside humans on the production line to raise productivity -- and do the "dirty work"", IEEE Spectrum, Vol. 15, N° 10, oct. 1978, p. 66-70.
- OLLING, Gustav, "Experts look ahead at the day of the full-blown computer integrated automatic factory", IEEE Spectrum, Vol. 15, N° 10, oct. 1978, p. 60-66.
- OBRZUT, John J., "Robots swing into the industrial "arms" race", Iron Age, Vol. 223, N° 27, 21 juillet 1980, p. 48-57.
- PARKS, J.R., "Intelligent machines -- commercial potential", The Radio and Electronic Engineer, Vol. 47, v° 8/9, août/sept. 1977, p. 355-367.
- PASTRE, Olivier et Joelle TOLEDANO, "Automation et emploi: l'hétérogénéité des conséquences sociales du progrès technique", Emploi et Système Productif, Paris, La Documentation Française, 1979, p. 161-195.
- PELTU, Malcom, "How robots learn to think for themselves", New Scientist, Vol. 86, N° 1205, 12 juin 1980, p. 240.
- PETERS, E. Bruce, "Job security, technical innovation & productivity", Personnel Journal, Vol. 57, N° 1, p. 32-35.
- PIDGON, Andy, "What's the truth?", Data Processing, Vol. 22, N° 1, décembre 1979/janvier 1980, p. 10s.
- REMICK, Carl, "Robots: new faces on the production line", Management Review, Vol. 68, N° 5, mai 1979, p. 24-28, 38s.
- RHODES Jr. Wayne L., "Office of the future -- fact or fantasy?", Infosystems, Vol. 27, N° 3, mars 1980, p. 45, 48, 52, 54.

- ROBINSON, Arthur L., "Impact of electronics on employment: productivity and displacement effects", Science, Vol. 195, N° 4283, 18 mars 1977, p. 1179-1184.
- ROGERS, Bryan S., "Automation and the man", Design Engineering, Vol. 22, N° 11, nov. 1976, p. 17.
- SADLER, Philip, "Automation and Europe", New Scientist, Vol. 80, N° 1130, 23 nov. 1978, p. 597, 599.
- SCHALLAN, Joe, "Robots mice draw crowds, TV coverage at NCC", Computer, Vol. 11, N° 7, juillet 1978, p. 130.
- SHAPIRO, Sydney F., "Social/economic/governmental considerations of automation", Computer Design, Vol. 14, N° 12, déc. 1975, p. 50, 52, 56-58.
- SHAPIRO, Sydney F., "Vision expands robotic skills for industrial applications", Computer Design, Vol. 18, N° 9, sept. 1979, p. 78, 80, 82, 86s.
- SIMON, Herbert A., "What computer means for man and society", Science, Vol. 195, N° 4283, 18 mars 1977, p. 1186-1191.
- SIMON, Julian L., "The scarcity of raw materials", The Atlantic, Vol. 247, N° 6, juin 1981, p. 33-41.
- SINCLAIR, Clayton, "R2D2 on the assembly line -- robots make cheap workers but producers can't keep up with demand", Financial Times of Canada, Vol. 68, N° 38, 3 mars 1980, p. 20s.
- TERESKO, John, "Can robots integrate manufacturing plants?", Industry Week, Vol. 204, N° 1, 7 janvier 1980, p. 99, 102.
- TERESKO, John, "In robots, the cry is banzai", Industry Week, Vol. 199, N° 5, 27 nov. 1978, p. 85-86, 88.
- TERESKO, John, "Stirring interest in robot technology", Industry Week, Vol. 203, N° 5, 26 nov. 1979, p. 124, 127.
- TESAR, Delbert, "Mission-oriented research for light machinery", Science, Vol. 201, N° 4359, 8 sept. 1978, p. 880-887.
- THACKRAY, John, "The robots of America", Management Today, juillet 1979, p. 66-69.
- VADNAIS, Donald C., "The office of the future -- headed for extinction?", Industrial Engineering, Vol. 10, N° 6, juin 1978, p. 44-48.

- VALERY, Nicholas, "The future isn't what it used to be", New Scientist, Vol. 73, N° 1034m 13 janv. 1977, p. 70-73.
- VRIES, P. de, "Le bon usage à bord des navires", Cahiers de l'Institut International d'Etudes Sociales, 1^{ère} année, N° 2, janvier-mars 1967, p. 197-207.
- WALTERS, Samuel, "Automation and alienation: the view from the factory floor", Mechanical Engineering, Vol. 96, N° 4, avril 1974, p. 33-45.
- WIENER, Hesh, "The robots are here, but are they helping?", Business and Society Review, N° 35, automne 1980, p. 34-38.
- WINSHIP, John T., "Update on industrial robots", American Machinist, Vol. 123, N° 1, janv. 1979, p. 121-124.
- "At last, the subsidised robot", The Economist, Vol. 273, N° 7112, 22 déc. 1979, p. 57s.
- "Automation -- the humanising force in industry", The Engineer, 119^e année, Vol. 239, N° 6192, 14 nov. 1974, p. 11.
- "Automation for productivity and profit", Design Engineering, Vol. 25, N° 11, nov. 1979, p. 18-23, 26s.
- "Automotive robots shifts for itself", Machine design, Vol. 51, N° 28, 6 déc. 1979, p. 4.
- "Britain needs to use more robots", The Economist, Vol. 273, N° 7106, 10 nov. 1979, p. 111, 114.
- "British interest in robots is rising rapidly", The Engineer, 120^e année, Vol. 241, N° 6229/6230, juillet-août 1975, p. 13.
- "Engelberger: you haven't even begun to hear about robots", American Machinist, Vol. 123, N° 8, août 1979, p. 61.
- "Fanuc edges closer to a robot-run plant", Business Week, N° 2664, 24 nov. 1980, p. 56.
- "Germans plan the robot factory", New Scientist, Vol. 83, N° 1170, 30 août 1979, p. 660.
- "Government scheme could give robots a hand", New Scientist, Vol. 85, 1192, 31 janv. 1980, p. 320.
- "In robotics, simplicity is the key", American Machinist, Vol. 123, N° 3, mars 1979, p. 84s.

- "Industrial robots: ready, willing and able", Design Engineering, Vol. 26, N° 11, nov. 1980, p. 18-20.
- "Industry plans advanced robots", Electrical World, Vol. 193, N° 9, 1er mai 1980, p. 19.
- "The Longbridge robots will march over the transport union", The Economist, Vol. 275, N° 7129, 19 avril 1980, p. 49s.
- "McMaster U. to widen teaching of robotics", Design Engineering, Vol. 26, N° 12, déc. 1980, p. 7.
- "Mechanical persons find jobs", Automotive News, 54^e année, 29 janvier 1979, p. 8, 16.
- "New ways to use robots", Automation, juillet 1974, p. 13.
- "Off-the-shelf automation", Automation, Vol. 23, N° 5, mai 1976, p. 70-75.
- "Programmable, articulated handling", Production Engineering, Vol. 24, N° 12, déc. 1977, p. 72s.
- "Racing to breed the next generation", Business Week, N° 2640, 9 juin 1980, p. 73s.
- "Robot 'eyes' its victim", Industrial Engineering, Vol. 11, N° 5, mai 1979, p. 73.
- "The robot in industry: friend or foe of workers?", Personnel, Vol. 57, no. 6, novembre-décembre 1980, p. 51s.
- "Robot line for mixed-body welding", Automotive Engineering, Vol. 86, N° 11, nov. 1978, p. 85-89.
- "Robot power spreads all over the world", Iron Age, Vol. 214, N° 20, 11 nov. 1974, p. 58s.
- "Robots are on the march, slowly but surely", The Economist, Vol. 270, N° 7068, 17 fév. 1979, p. 107s.
- "Robots join the labor force", Business Week, N° 2640, 9 juin 1980, p. 62-73.
- "Robots to displace skilled assemblers", Machine Design, Vol. 46, N° 25, 17 oct. 1974, p. 14s.
- "Robots vs special-purpose machines and manual methods", Automation, octobre 1974, p. 80.

"Swedes don't fear robots", American Machinist, Vol. 120, N° 1, janvier 1976, p. 113.

"Technology effects on behavior a bik unknown", Office Equipment & Methods, Vol. 26, N° 3, avril 1980, p. 16.

"Western countries face "jobless growth", The Metroplitain Toronto Business Journal, Vol. 68, N° 7, juillet/août 1978, p. 30.

C) PUBLICATIONS GOUVERNEMENTALES:

Codification Administrative, Code Canadien du Travail... Paris V,
Ottawa, Ministère des Approvisionnements et Services Canada,
1978, 65p.

Compte rendu officiel des débats de la Chambre des Communes du Canada,
Ottawa, Editeur de la Reine du Canada:

-Vol. 124, N° 51, 1^è session, 32^è législature, le jeudi 26 juin 1980;

-Vol. 124, N° 190, 1^è session, 32^è législature, le jeudi 14 mai 1981.
°in0

Statistique Canada, Bureau Fédéral de la Statistique:

-Catalogue 13-001, Comptes nationaux des revenus et dépenses, 4^e
trimestre 1978;

-Catalogue 31-203, Industries manufacturières du Canada: niveaux
national et provincial, 1971, 1978;

-Catalogue 34-216, Industrie des vêtements pour hommes, 1978;

-Catalogue 34-217, Industrie des vêtements pour dames et pour enfants,
1978;

-Catalogue 34-218, Industries diverses de l'habillement, 1978;

-Catalogue 62-011, Indices des prix de l'industrie, janvier
1971-décembre 1975, janvier 1979;

-Catalogue 65-004, Commerce du Canada: exportations par marchandises,
décembre 1976-1980;

-Catalogue 65-007, Commerce du Canada: importations par marchandises,
décembre 1976-1980;

-Catalogue 65-202, Commerce du Canada: exportations, 1971-1978;

-Catalogue 65-203, Commerce du Canada: importations, 1971-1978;

-Catalogue 71-001P, Information -- population active, janv. 1980-1981;

-Catalogue 72-002, Emploi, gains et durée du travail, 1978-1980.

-Catalogue 71-505F: Etudes spéciales de la main-d'oeuvre, 1960-1965.

-Catalogue 72-205: L'emploi dans l'administration publique fédérale
dans les régions métropolitaines, 1970-1977.

Revue de la Banque du Canada, Banque du Canada, mars 1981.

D) OUVRAGES GENERAUX:

The New Encyclopaedia Britannica in 30 volumes, 15^e édition, Chicago,
1976, 30 volumes.

IBM Direct, 1981.

E) DOCUMENTS AUDIO-VISUELS:

High technology: do we have what it takes?, émission de la série
"Quarterly Report", réalisée par Radio-Canada (CBC) et diffusée le 15
décembre 1980, 60 min.

Now the chips are down, enregistrement vidéo; écrit et réalisé pour la
BBC par Edward Goldwyn, 1978, 53 min.

